TERRES HUMIDES BORÉALES ET SUB-ARCTIQUES DE L'EST CANADIEN: UN DOCUMENT DE RÉFÉRENCE

Environnement Canada
Service de l'environnement atmosphérique

Environment Canada
Atmospheric Environment Service

I/C/R/C/A
Institut canadien de la recherche en chimie atmosphérique

92-00086/

TERRES HUMIDES BORÉALES ET SUB-ARCTIQUES DE L'EST CANADIEN: UN DOCUMENT DE RÉFÉRENCE

Rédigé par

Linda Mortsch

ÉTUDES CLIMATOLOGIQUES
NUMÉRO 42

1990

U.D.C. 551.312

Publie avec l'authorisation du Ministre de l'Environment

© Ministre des Approvisionnements et Services
Canada 1991

Catalogue	No. EN57-7/42F
ISBN	0-662-18473-4
ISSN	0068-7715

Imprimé sur du papier recyclé

Printed on recycled paper

PRÉFACE

L'étude canadienne des terres humides du Nord est un programme de recherche de grande envergure ayant pour objectif l'évaluation du rôle des terres humides canadiennes en tant que sources de gaz biogènes dans des scénarios climatiques actuels et futurs. Ce programme a vu le jour en janvier 1988 à l'atelier sur les terres humides du Nord canadien, mis sur pied par l'Institut canadien de la recherche en chimie atmosphérique (ICRCA), le Service de l'environnement atmosphérique (SEA) d'Environnement Canada et la Société royale du Canada. Cette étude est reconnue dans le monde entier comme un projet important dans le cadre du Programme international sur la chimie atmosphérique du globe (IGAC), qui fait lui-même partie du Programme international sur la géosphère et la biosphère (IGBP) : une étude sur la transformation du globe. On procédera, au cours de l'été 1990, à la réalisation d'un programme de recherche intensif, axé sur des études au sol des flux, et sur l'observation de ceux-ci en avion. Des observations de la chimie atmosphérique à Fraserdale (Ontario) et des activités de caractérisation et de modélisation des écosystèmes par télédétection auront lieu tout au long de l'étude, de 1989 à 1991.

Étant donné l'envergure de cette étude, un document-ressource résumant les caractéristiques des principales ressources naturelles de la région visée pourra se révéler un outil précieux. Au chapitre 1 du document, on décrit brièvement le rôle des terres humides dans la tranformation de l'atmosphère. Ce chapitre contient aussi le plan et le mode d'emploi de l'ouvrage. Le chapitre 2 résume, sous forme de cartes accompagnées de texte descriptif, le climat, la chimie atmosphérique, la physiographie, la géologie, l'hydrologie, les sols, la végétation et les caractéristiques socio-économiques de la zone visée par l'étude. Cette partie du document vise à donner un aperçu très général de cette zone. Dans le chapitre 3, on procède, pour les sept principales régions de terres humides de cette zone, à la description de leur milieu, des types de terres humides qu'on y trouve et des caractéristiques de ces dernières. On présente aussi pour chacune une toposéquence indiquant sous forme de diagramme schématique les rapports entre les types de terres humides, les formes de terrain et les sols.

La réalisation du présent document a été financée par le Centre climatologique canadien et la direction générale de la recherche atmosphérique du SEA d'Environnement Canada ainsi que par l'ICRCA.

Au cours de la rédaction de ce document, de nombreuses personnes nous ont fait bénéficier de leurs compétences, de leurs idées, de leurs commentaires et de leurs suggestions. MM. Len Barrie et Bruce Findlay, du SEA, méritent une mention toute particulière pour le rôle de catalyseurs qu'ils ont joué dans la réalisation de cet ouvrage. Daryl Cowell, de Geomatics International Inc. a eu pour tâche de rédiger une grande partie du manuscrit. De nombreuses autres personnes ont apporté leur collaboration à ce document : Clayton Rubec, N. Lopoukhine et Robert Hélie, de la Direction du Développement durable d'Environnement Canada, ont fourni les images Landsat et le matériel cartographique; Rawling Communications a assuré la conception et la réalisation des cartes et des dessins. Plusieurs membres du Centre climatologique canadien du SEA méritent des remerciements tout particuliers : Mike Webb pour les données climatologiques; Eileen Veinot pour l'abstraction et l'analyse des données; Krystyna Czaja pour les illustrations et la coordination de l'impression; Janet Issac pour les profils bioclimatiques; Bob Vet pour les cartes de dépôt en chimie atmosphérique; Candi Zell pour le soutien bibliographique et Albert Wright pour son aide inestimable au niveau de la production, de la conception et de l'impression.

Nous tenons à exprimer notre reconnaissance aux personnes suivantes, qui ont assuré la révision technique et émis des observations constructives : W. Glooschenko, de l'Institut national de recherches en hydrologie, A. Judge de la Commission géologique du Canada, N. Roulot de l'Université York, R. Protz de l'Université de Guelph ainsi que T. Agnew, D. Etkin, B. Findlay, P. Louie, B. Maxwell, A. Saulesleja et V. Swail du SEA.

Linda Mortsch
Downsview, Ontario

DÉDICACE

à Patrick et Allison Walker

LISTE DES COLLABORATEURS

Chapitre 2
chimie de l'atmosphère

Len Barrie
Direction générale de la recherche sur l'atmosphère
Service de l'environnement atmosphérique
4905, rue Dufferin
Downsview (Ontario)

auteur principal

Daryl Cowell
Geomatics International
3370 South Service Road
Burlington (Ontario)

Chapitres 2 et 3
climatologie; liaison scientifique

Linda Mortsch
Centre climatologique canadien
Service de l'environnement atmosphérique
4905, rue Dufferin
Downsview (Ontario)

Chapitre 2
trajectoires des masses d'air

Peter Summers
Direction générale de la recherche sur l'atmosphère
Service de l'environnement atmosphérique
4905, rue Dufferin
Downsview (Ontario)

Chapitre 1
directeur de projet

Greg Wickware
Geomatics International
3370 South Service Road
Burlington (Ontario)

PHOTOGRAPHIES

PAGE COUVERTURE : Avant - D. Cowell
Arrière - H. Hirvonen (photo du bas)
D. Cowell (toutes les autres)

TABLE DES MATIÈRES

Préface . . . iii
Liste des collaborateurs . . . iv
Liste des matières . . . v
Liste des cartes . . . vii
Liste des tableau . . . x
Liste des figures . . . xii
Liste des images landsat . . . xiii

CHAPITRE 1
INTRODUCTION . . . 1
1.1 Contexte . . . 2
1.2 Zone visée par l'étude . . . 4
1.3 Plan du document-ressource . . . 4
1.4 Sources des cartes et des données . . . 5
1.5 Objet et utilité du document . . . 7
1.6 Bibliographie . . . 7

CHAPITRE 2
CARTES THÉMATIQUES GÉNÉRALES . . . 9
2.1 Introduction . . . 10
2.1.1 bibliographie . . . 10
2.2 Caractéristiques socio-économiques . . . 10
2.2.1 Population . . . 16
2.2.2 Agriculture . . . 16
2.2.3 Exploitation forestière . . . 16
2.2.4 Exploitation minière . . . 16
2.2.5 Transport . . . 17
2.2.6 Production et consommation d'énergie . . . 17
2.2.7 Bibliographie . . . 18
2.3 Climat . . . 19
2.3.1 Rayonnement solaire . . . 19
2.3.2 Température de l'air . . . 23
2.3.2.1 Janvier . . . 23
2.3.2.2 Juillet . . . 23
2.3.3 Degrés-jours de croissance . . . 24
2.3.4 Vent . . . 24
2.3.5 Précipitations . . . 41
2.3.6 Bibliographie . . . 47
2.4 Chimie atmosphérique . . . 48
2.4.1 Émissions et dépôt de SO_2 et de NO_x et de leurs produits de réaction . . . 48
2.4.2 Région atmosphérique d'influence des basses-terres de la baie d'hudson . 51
2.4.2.1 Région d'influence au cours d'une journée . . . 51
2.4.2.2 Expansion de la région d'influence . . . 52
2.4.3 Direction de l'origine des masses d'air . . . 52
2.4.4 Variations saisonnières des déplacements de l'air . . . 52
2.4.5 Conclusions . . . 52
2.4.6 Bibliographie . . . 65

CHAPITRE 2 (suite)

CARTES THÉMATIQUES GÉNÉRALES

2.5 Physiographie, roche de fond et dépôts superficiels 65
2.5.1 Relief 65
2.5.2 Physiographie 65
2.5.2.1 Région de james (J) 65
2.5.2.2 Région de la baie d'hudson (H) 66
2.5.2.3 Région laurentienne (L) 66
2.5.2.4 Région de kazan (K) 71
2.5.2.5 Région de davis (D) 71
2.5.2.6 Région des plaines intérieures (I) 71
2.5.3 Roche de fond 72
2.5.3.1 Bouclier canadien 72
2.5.3.2 Plate-forme de l'intérieur 76
2.5.3.3 Plate-forme de la baie d'hudson 76
2.5.4 Dépôts superficiels 77
2.5.5 Bibliographie 78
2.6 Sols et pergélisol 81
2.6.1 Sols et pédoclimats 81
2.6.1.1 Types de sols, répartition et évolution 81
2.6.1.2 Pédoclimats 86
2.6.2 Pergélisol 89
2.6.3 Bibliographie 93
2.7 Hydrologie 94
2.7.1 Bassins hydrographiques 94
2.7.2 Écoulement annuel 94
2.7.3 Bilan hydrique 95
2.7.4 Fixation et disparition de la glace sur les lacs et les cours d'eau 98
2.7.5 Hydrologie des terres humides 98
2.7.5.1 Facteurs généraux 98
2.7.5.2 Régime hydrographique 108
2.7.5.3 Considérations relatives à la débâle des cours d'eau 110
2.7.6 Bibliographie 110
2.8 Végétation 111
2.8.1 Transition entre la toundra et la forêt boréale 112
2.8.2 Forêt boréale 112
2.8.3 Forêt mixte du sud-est (forêts des grands lacs et du saint-laurent) 112
2.8.4 Prairie 115
2.8.5 Bibliographie 115

CHAPITRE 3

DESCRIPTION DES RÉGIONS DE TERRES HUMIDES 117
3.1 Région de terres humides et répartition 118
3.2 Terres humides subarctiques 119
3.2.1 Région des terres humides du haut-subarctique 120
3.2.1.1 Milieu 120
3.2.1.2 Caractéristiques des terres humides 124
3.2.1.3 Types de terres humides 127
3.2.1.4 Toposéquence du haut-subarctique 130
3.2.2 Région des terres humides du bas-subarctique 130
3.2.2.1 Milieu 130
3.2.2.2 Caractéristiques des terres humides 134
3.2.2.3 Types de terres humides 139
3.2.2.4 Toposéquence du bas-subarctique 141
3.2.3 Région des terres humides du subarctique atlantique 144
3.2.3.1 Milieu 144
3.2.3.2 Caractéristiques des terres humides 145
3.2.3.3 Types de terres humides 147
3.2.3.4 Toposéquence du subarctique atlantique 147
3.3 Terres humides boréales 147
3.3.1 Région des terres humides du haut-boréal 149
3.3.1.1 Milieu 149
3.3.1.2 Caractéristiques des terres humides 151
3.3.1.3 Types de terres humides 153
3.3.1.4 Toposéquence du haut-boréal 156
3.3.2 Région des terres humides du boréal moyen 156
3.3.2.1 Milieu 156
3.3.2.2 Caractéristiques des terres humides 156
3.3.2.3 Types de terres humides 159
3.3.2.4 Toposéquence du boréal moyen 162
3.3.3 Région des terres humides du bas-boréal 166
3.3.3.1 Milieu 166
3.3.3.2 Caractéristiques des terres humides 169
3.3.3.3 Types de terres humides 169
3.3.3.4 Toposéquence du bas-boréal 172
3.3.4 Région des terres humides du boréal atlantique 172
3.3.4.1 Milieu 172
3.3.4.2 Caractéristiques des terres humides 176
3.3.4.3 Types de terres humides 179
3.3.4.4 Toposéquence du boréal atlantique 179
3.4 Bibliographie 181

GLOSSAIRE 187

LISTE DES CARTES

Carte 2.2.1	Emplacement des agglomérations, des aéroports, des lacs et des cours d'eau	11
Carte 2.2.2	Emplacement des mines, des usines de transformation et des centrales électriques	13
Carte 2.3.1A	Rayonnement global annuel et bilan moyen annuel du rayonnement	21
Carte 2.3.1B	Pourcentages de fréquence mensuelle des niveaux de nébulosité observés dans des stations climatologiques choisies	25
Carte 2.3.1C	Pourcentages de fréquence horaire de ciel clair et de temps couvert en juillet	27
Carte 2.3.2A	Température moyenne quotidienne en janvier	29
Carte 2.3.2B	Température moyenne quotidienne en juillet	31
Carte 2.3.2C	Statistiques de température moyenne mensuelle de l'air dans des stations climatologiques choisies	33
Carte 2.3.3	Total annuel des degrés-jours de croissance supérieurs à 5 °c	35
Carte 2.3.4A	Fréquence des vitesses (en noeuds) des vents d'hiver selon la direction	37
Carte 2.3.4B	Fréquence des vitesses (en noeuds) des vents d'été selon la direction	39
Carte 2.3.5A	Hauteur moyenne annuelle de la précipitation totale	43
Carte 2.3.5B	Hauteur moyenne annuelle de neige et moyenne des épaisseurs maximales de neige	45
Carte 2.3.5C	Hauteur moyenne mensuelle de la précipitation totale dans des stations climatologiques choisies	49
Carte 2.4.1	Émissions nord-américaines de SO_2 et de NO_x en 1980	53
Carte 2.4.2	Dépôts acides humides sur les terres humides	55
Carte 2.4.3	Régions atmosphériques d'influence liées à la distance franchie par l'air en une journée	57
Carte 2.4.4	Régions atmosphériques d'influence les plus probables durant des périodes de 1 à 5 jours	59
Carte 2.4.5	Fréquences constatées de l'origine des particules d'air pendant des périodes de trajet d'un et de cinq jours, stratifiées selon les huit secteurs de direction.	61

Carte 2.4.6	Variations saisonnières de la distance médiane parcourue en cinq jours par une parcelle d'air atteignant Fraserdale	63
Carte 2.5.1	Relief général	67
Carte 2.5.2	Régions et divisions physiographiques	69
Carte 2.5.3	Roche de fond	73
Carte 2.5.4	Dépôts superficiels	79
Carte 2.6.1	Sols	83
Carte 2.6.2	Pédoclimats : température et humidité	87
Carte 2.6.3	Pergélisol	91
Carte 2.7.1	Bassins hydrographiques et dérivations	99
Carte 2.7.2	Écoulement annuel	101
Carte 2.7.3	Bilan hydrique : précipitation et évapotranspiration dérivées	103
Carte 2.7.4	Dates moyennes de fixation et de disparition de la glace sur les lacs et les cours d'eau	105
Carte 2.8.1	Régions de végétation et sections forestières	113
Carte 3.1.1	Régions de terres humides et étendue en pourcentage des terres humides	121

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 2.2.1	Quelques statistiques socio-économiques sur la zone d'étude des terres humides du Nord	15
Tableau 2.2.2	Grands réservoirs de la zone d'étude des terres humides du Nord	18
Tableau 2.3.1	Fraction du rayonnement solaire réfléchie (albédo) par diverses surfaces	19
Tableau 2.3.2	Caractéristiques de la saison de croissance pour la période de 1951 à 1980	41
Tableau 2.6.1	Caractéristiques des quatres classes de température des sols observées dans la zone d'étude des terres humides du Nord	86
Tableau 2.7.1	Principaux bassins hydrographiques de la zone d'étude des terres humides du nord et leur superficies	96
Tableau 2.7.2	Dérivations interbassins dans la zone d'étude des terres humides du Nord	97
Tableau 3.2.1	Statistiques climatologiques de la région des terres humides du haut-subarctique	123
Tableau 3.2.2	Caractéristiques des terres humides de la région du Haut-subarctique	125
Tableau 3.2.3	Moyenne (écart type) de l'épaisseur de la tourbe, de la profondeur de la nappe phréatique et du pH des eaux souterraines des marais, des marécages, des fens et des bogs dans la partie des basses-terres de la baie d'Hudson (Ontario) appartenant au Haut-subarctique	128
Tableau 3.2.4	Statistiques climatologiques de la région des terres humides du bas-subarctique	133
Tableau 3.2.5	Caractéristiques des terres humides de la région du Bas-subarctique	135
Tableau 3.2.6	Moyennes et écarts types de la chimie des eaux souterraines, de l'épaisseur de la tourbe et de la profondeur de la nappe phréatique des marécages boisés de conifères, des fens et des bogsdans la portion du Bas-subarctique des basses-terres de la baie d'Hudson, en Ontario (au sud de la rivière Albany)	138
Tableau 3.2.7	Statistiques climatologiques de la région des terres humides du subarctique atlantique	144
Tableau 3.2.8	Caractéristiques des terres humides de la région du Subarctique atlantique	146

Tableau 3.3.1	Statistiques climatologiques de la région des terres humides du haut-boréal	150
Tableau 3.3.2	Caractéristiques des terres humides de la région du Haut-boréal	152
Tableau 3.3.3	Statistiques climatologiques de la région des terres humides du boréal moyen	158
Tableau 3.3.4	Caractéristiques des terres humides de la région du Boréal moyen	160
Tableau 3.3.5	Moyenne et amplitude de la profondeur de la nappe phréatique, de l'épaisseur et de l'humidification de la tourbe, ainsi que du pH et de la concentration de calcium des eaux souterraines selon les types physionomiques de terres humides dans la région du lac Kinosheo	164
Tableau 3.3.6	Statistiques climatologiques de la région des terres humides du bas-boréal	168
Tableau 3.3.7	Caractéristiques des terres humides de la région du Bas-boréal	170
Tableau 3.3.8	Moyennes et écarts types des bogs (bogs de basin), des fens (fens de bassin), des marais et des marécages boisés de conifères dans la région des lacs expérimentaux, près de Kenora, en Ontario	171
Tableau 3.3.9	Statistiques climatologiques de la région des terres humides du boréal atlantique	175
Tableau 3.3.10	Caractéristiques des terres humides de la région du Boréal atlantique	177

LISTE DES FIGURES

Figure 1.1.	Concentrations de CO_2 et de CH_4 dans l'atmosphère	3
Figure 1.2	Répartition des terres humides dans la zone d'étude	5
Figure 1.3	Répartition des terres humides dans le monde	6
Figure 2.5.1	Provinces structurales du Précambrien dans l'est de l'Amérique du Nord	75
Figure 2.7.1	Rôle de l'hydrologie dans les écosystèmes de terres humides	107
Figure 3.2.1	Toposéquence de la région de terres humides du Haut-subarctique	131
Figure 3.2.2	Épaisseur de la tourbe en fonction de l'éloignement de la côte	137
Figure 3.2.3	Toposéquence de la région de terres humides du Bas-subarctique	142
Figure 3.2.4	Toposéquence des bogs de plateau de l'Atlantique	148
Figure 3.3.1	Toposéquence de la région des terres humides du Haut-boréal	157
Figure 3.3.2	Toposéquence de la région des terres humides du Boréal moyen	167
Figure 3.3.3	Toposéquence de la région des terres humides du Bas-boréal	173
Figure 3.3.4	Toposéquence des bogs structurés, des fens côtelés de l'Atlantique et des fens inclinés	180

LISTE DES IMAGES LANDSAT

IMAGE 3.2.1 Image multispectrale Landsat (bandes 4, 5 et 7) du Haut-subarctique, à Churchill (Manitoba). La ville se trouve immédiatement à l'est du fleuve Churchill (au centre de l'image), à son embouchure sur la baie d'Hudson. L'image a été enregistrée le 14 octobre 1975, à l'échelle de 1/1 000 000. 132

IMAGE 3.2.2 Image multispectrale Landsat (bandes 4, 5 et 7) du Bas-subarctique et du Boréal moyen du sud-ouest de la baie James. La ville de Moosonee se trouve sur la rive occidentale de la rivière Moose, à environ 20 km en amont de la baie James (ton clair à l'extérieur du coude de la rivière). Le lac Kinosheo est le grand lac qui se trouve à gauche du centre de l'image. Celle-ci a été enregistrée le 29 septembre 1976, à l'échelle de 1/1 000 000. 143

IMAGE 3.3.1 Image Landsat multispectrale (bandes 4, 5 et 7) de la région de terres humides du Bas-boréal, à proximité de Kenora, en Ontario. Le grand lac, dans la portion du centre-sud de l'image, est le lac des Bois, sur la rive nord duquel est située la ville de Kenora (ton clair, juste à gauche du centre). Les plaines glaciolacustres du lac glaciaire Agassiz se trouvent dans l'angle sud-ouest (Manitoba et Minnesota) et à l'est du centre. Dryden, en Ontario, se trouve sur la plaine, juste à l'est de l'image. Celle-ci a été enregistrée le 24 novembre 1975, à l'échelle de 1/1 000 000. 174

IMAGE 3.3.2 Image multispectrale Landsat (bandes 4, 5 et 7) du Boréal atlantique dans le centre du Labrador et le nord-est du Québec. La ville de Schefferville, au Québec, se trouve dans la partie nord-ouest de l'image, juste à l'ouest du grand complexe de lacs. L'image a été enregistrée le 17 octobre 1980, à l'échelle de 1/1 000 000. 182

CHAPITRE 1

INTRODUCTION

INTRODUCTION

1.1 CONTEXTE

La composition de l'atmosphère terrestre est actuellement bouleversée par les activités de l'homme (Environnement Canada, 1986). Celles-ci y augmentent la concentration de gaz qui contribuent à l'effet de serre, tels que le dioxyde de carbone (CO_2), le méthane (CH_4), l'oxyde azoteux (N_2O), l'ozone (O_3), la vapeur d'eau et les chlorofluorocarbures (CFC) (Hansen *et al.*, 1989). La capacité naturelle que possède l'atmosphère d'absorber l'énergie thermique émise par la surface du globe s'en trouve ainsi augmentée, ce qui peut avoir pour conséquence une altération considérable du climat planétaire, notamment par le réchauffement du globe.

Même si l'on considère que l'activité industrielle est la principale source de ces gaz, le méthane, l'oxyde azoteux et le dioxyde de carbone sont également produits à la faveur de processus biologiques. Le rôle des sources et des puits naturels de ces gaz demeure mal expliqué. On sait que les terres humides produisent du CO_2 et du CH_4, et qu'il faut donc d'abord évaluer intégralement leur rôle dans le cycle planétaire de ces gaz pour pouvoir construire des modèles de prédiction des changements climatiques.

La concentration de CH_4 dans l'atmosphère terrestre s'accroît au rythme d'environ 1,0 pour 100 par année (Khalil et Rasmussen, 1985). Après être demeurée relativement constante durant plus de 10 000 ans, elle a doublé depuis le début du XX^e siècle (figure 1.1). Quant à la concentration de CO_2, elle a augmenté d'environ 15 pour 100 entre 1950 et 1988 (Flavin, 1989; figure 1.1).

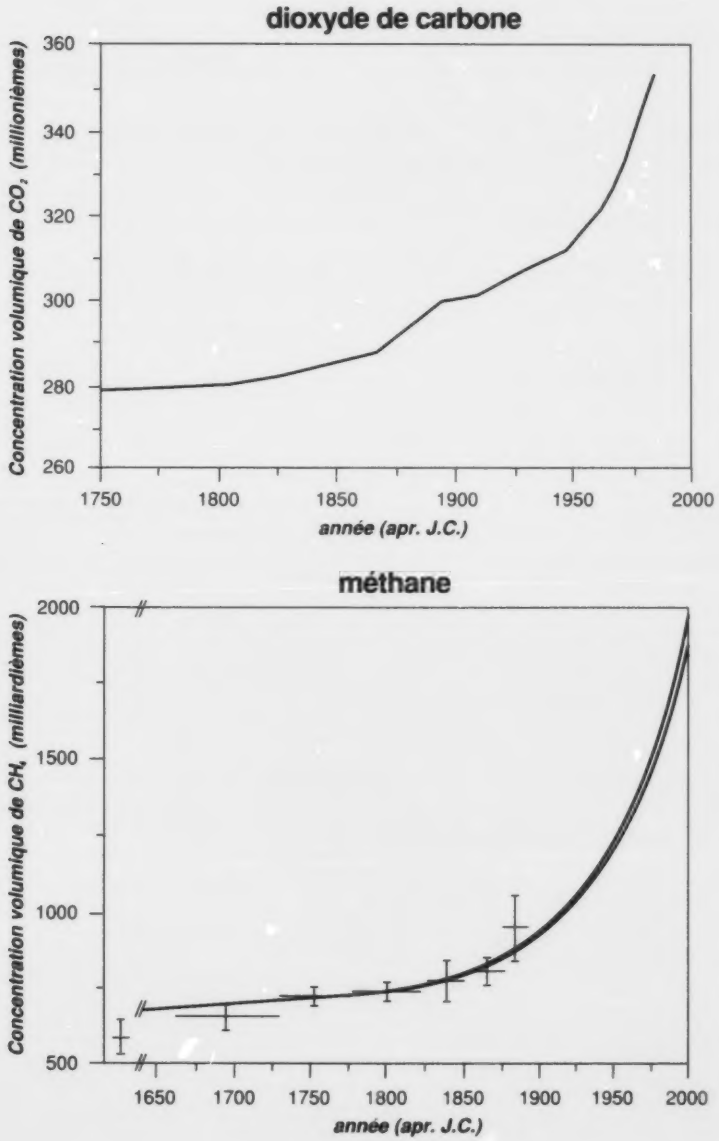
Le méthane est un gaz qui absorbe le rayonnement infrarouge dans la fenêtre où le CO_2 ne l'absorbe pas de façon appréciable. L'accroissement de la concentration de CH_4 peut donc contribuer considérablement à l'effet de serre. De plus, il existe des mécanismes de rétroaction positive qui peuvent amplifier les effets climatiques. Par exemple, l'accroissement de la concentration de CO et de CH_4 entraîne une diminution de la concentration atmosphérique de radicaux hydroxyles, lesquels jouent un rôle particulièrement important dans l'élimination du CH_4 et d'autres gaz qui absorbent le rayonnement thermique (Khalil et Rasmussen, 1985).

Le méthane se forme surtout à la faveur de processus biologiques anaérobies. Les terres humides, les tourbières en particulier, forment une entité écologique importante, dont les processus de formation et d'évolution se déroulent normalement dans des conditions d'anaérobiose. On estime qu'elles sont à l'origine de 15 à 40 pour 100 de tout le volume atmosphérique de CH_4. Selon Sebacher *et al.* (1986), la contribution des terres humides du nord en CH_4 dans la troposphère terrestre est de 45 à 106 x 10^{12} g/an. Matthews et Fung (1987), quant à eux, estiment que la contribution globale des terres humides en CH_4 se rapproche plutôt de 100 x 10^{12} g/an, dont 65 x 10^{12} proviennent des terres humides situées au dessus du 50° parallèle de l'hémisphère nord. Des estimations plus récentes, obtenues par Aselmann et Crutzen (1989), fixent entre 40 et 160 x 10^{12} g la contribution annuelle globale en CH_4 des terres humides, et attribuent aux rizières une contribution de 60 à 140 x 10^{12} g supplémentaires.

En ce qui a trait aux flux de CH_4 et de CO_2 provenant d'un éventail représentatif de types de terres humides, les données sont notablement lacunaires. Ces renseignements sont pourtant nécessaires si l'on souhaite déterminer l'importance relative des terres humides dans le processus du réchauffement planétaire (Moore et Knowles, 1988). Il serait particulièrement intéressant d'élaborer des techniques de mesure permettant de déterminer les flux de CH_4 et de CO_2 de sources diffuses libérés par les tourbières dans l'atmosphère, afin de comprendre comment le réchauffement climatique pourrait influer sur la production et l'émission de

FIGURE 1.1

Concentration de CO_2 et de CH_4 dans l'atmosphère. Concentrations observées de CO_2, et concentrations observées et calculées de CH_4, dans l'atmosphère (repectivement d'après Flavin, 1989, et Khalil et Rasmussen, 1985)



CH_4 par les tourbières du Nord (Harriss, 1988; Gorham, 1988). Par exemple, on comprend encore mal la dépendance des flux de CH_4 des terres humides à l'égard de variables telles que la teneur de l'eau en éléments nutritifs, la quantité et la composition de la matière organique, l'humidité et la température du sol, le type de végétation et la nappe phréatique (Harriss, 1988).

Les vastes étendues de terres humides, de tourbe et de toundra des régions septentrionales peuvent également influer sur la concentration d'autres gaz importants dans l'atmosphère terrestre. On est très peu renseigné sur les échanges de CO_2 ou de gaz azotés et sulfurés entre l'air et la surface, à l'intérieur de cet écosystème, qui peuvent influer sur la chimie complexe de l'atmosphère ainsi que sur ses répercussions climatiques (Schiff et Barrie, 1988). On a mis au point le projet d'une étude de grande envergure des terres humides du Nord (ETHNO) afin de déterminer quel est le rôle des terres humides canadiennes quant à leur effet sur les changesments physiques et chimiques dans l'environnement.

1.2 ZONE VISÉE PAR L'ÉTUDE

L'étude des terres humides du Nord porte sur les régions du Manitoba, de l'Ontario, du Québec et de Terre-Neuve (Labrador) où les terres humides forment un élément important du paysage. La figure 1.2 montre la répartition des terres humides au sein de la zone visée par cette étude. Selon le groupe de travail national sur les terres humides (1986), plus de la moitié de cette zone, particulièrement au Manitoba et en Ontario, est occupée à plus de 26 pour 100, et jusqu'à concurrence de 100 pour 100, par des terres humides. Les régions ne comportant que 25 pour 100 ou moins de terres humides se trouvent surtout dans le Bouclier canadien, au Québec et au Labrador.

La zone d'étude se trouve dans les régions boréales et subarctiques du Canada délimitées par le groupe national de travail sur les terres humides (1986). Ces régions de latitude moyenne, situées principalement entre le 45° et le 75° parallèle nord, posséderaient la plus forte concentration de terres humides du monde (Bramryd, 1980; Gore, 1983). La figure 1.3 montre la répartition des terres humides, tourbières ou autres, sur la planète. La zone d'étude se trouve complètement à l'intérieur du domaine où les terres humides sont les plus abondantes. Elle comprend la deuxième plus grande tourbière d'un seul tenant du monde, les basses-terres de la baie d'Hudson (Riley, 1982), au sud de cette baie. La première du monde se trouve dans la plaine occidentale de Sibérie, en Unions soviétique (Neishstadt, 1977).

À l'intérieur de cette zone, le lac Kinosheo et Churchill, dans les basses-terres de la Baie d'Hudson, Schefferville dans le nord-est du Québec, et la région des lacs expérimentaux dans le nord-ouest de l'Ontario servent de stations de recherche dans le cadre du programme. Fraserdale, dans le nord-est de l'Ontario, sera importante, à long terme, comme station de surveillance de l'état chimique zéro de l'atmosphère. Ces localités ont été et sont encore l'objet de nombreuses recherches portant expressément sur les terres humides.

1.3 PLAN DU DOCUMENT-RESSOURCE

Le présent document comprend deux grandes parties. Le chapitre 2 vise à donner au lecteur un aperçu des principales ressources de la zone d'étude, principalement grâce à des cartes. Ces dernières ont d'abord été dressées à l'échelle de 1/5 000 000. Chacune est accompagnée d'une brève légende descriptive rattachant le thème aux terres humides et, plus précisément, à la zone d'étude. Ces cartes ne sont pas destinées à fournir des analyses détaillées, mais plutôt un bon aperçu à l'échelle régionale.

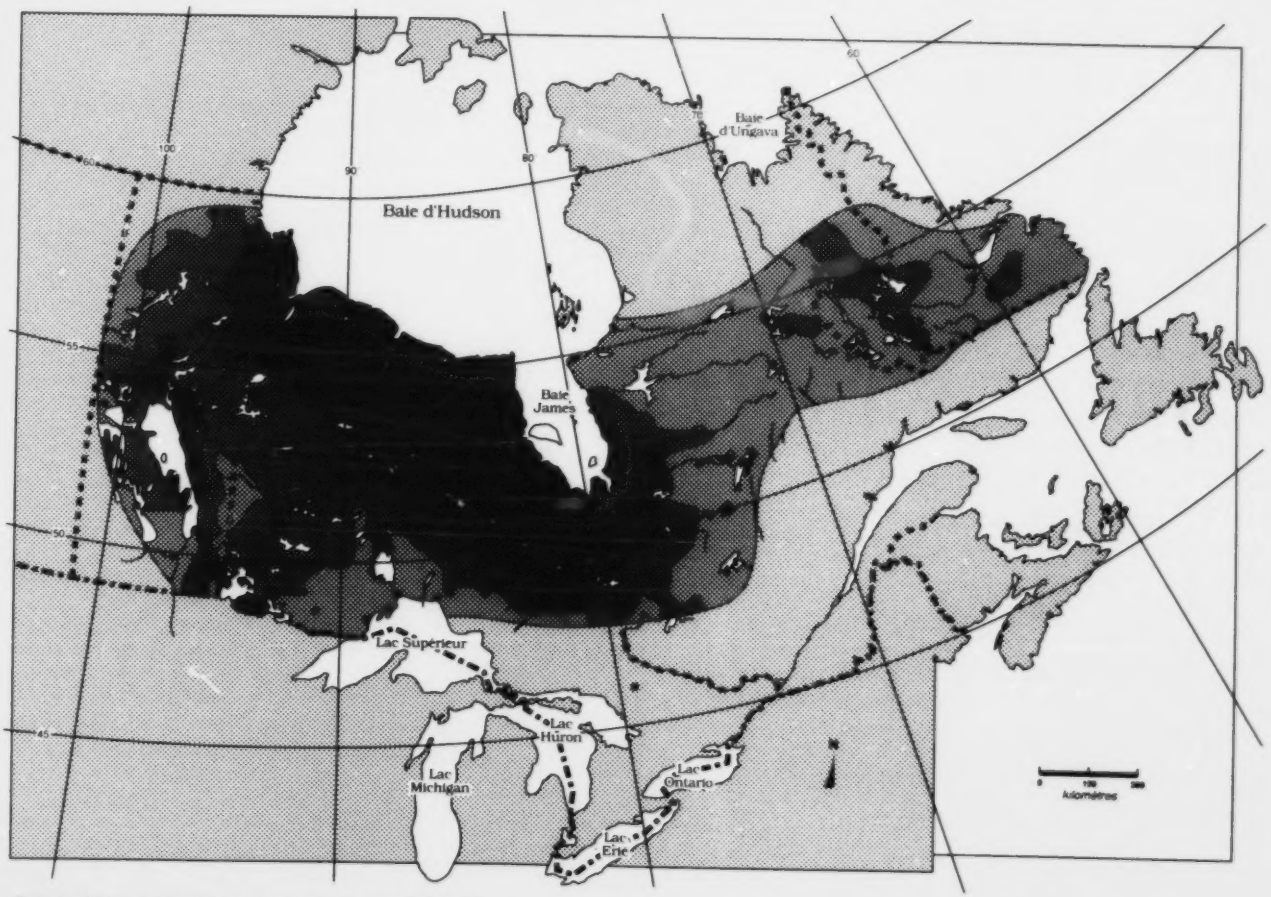
Le chapitre 3 contient la description détaillée des terres humides de la zone visée par l'étude. Les régions de terres humides délimitées par le groupe de travail national sur les terres humides (1986) servent de canevas à ce chapitre. Chacune de ces régions est décrite dans son contexte naturel, qui comprend la physiographie, la végétation et les sols, le climat et le pergélisol, les caractéristiques dominantes des terres humides et les types de terres humides les plus abondants. Pour chacune, on donne une toposéquence idéalisée des rapports entre la végétation, les sols et les formes de terrain des terres humides. On a également choisi des images Landsat montrant des environnements typiques à proximité de chaque station.

1.4 SOURCES DES CARTES ET DES DONNÉES

Les cartes présentées au chapitre 2 ont été dressées au moyen des sources existantes d'information. Citons, parmi les principales, la 4e et la 5e édition de *L'Atlas national du Canada*, *Géologie et ressources minérales du Canada*, *l'Atlas climatique - Canada*, *l'Atlas hydrologique du Canada*, *Soils of Canada*, *Le pergélisol au Canada*, *Terres humides du Canada* et *Régions forestières du Canada*. On a tiré des renseignements supplémentaires de diverses cartes provinciales et de cartes de classification écologique du territoire. Les renseignements sur le climat, l'hydrologie, la roche de fond, les terres humides, le pergélisol et la végétation ont été extraits directement de leur propre source. Les cartes des sols et des dépôts

FIGURE 1.2

Répartition des terres humides dans la zone d'étude (Groupe de travail national sur les terres humides, 1986)

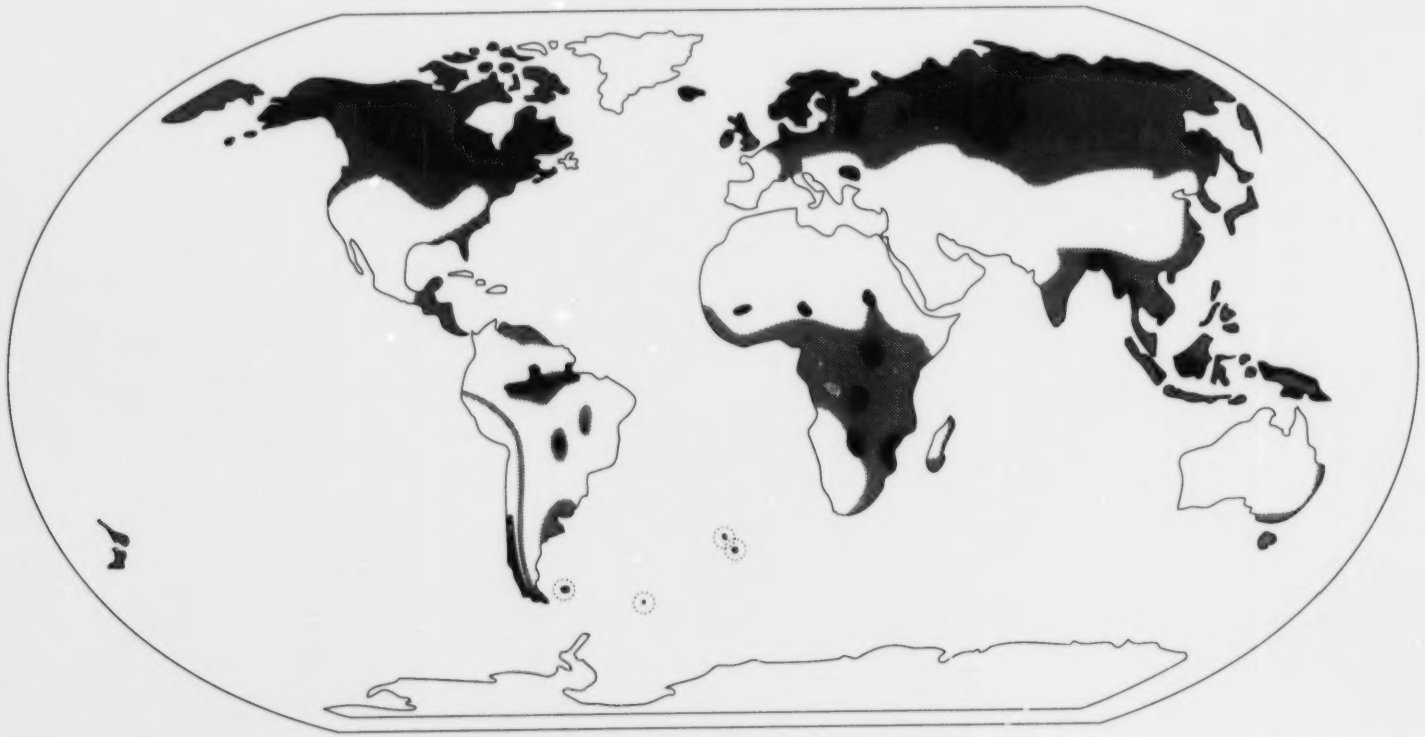


Superficie occupée par les terres humides

- 6 à 25 % de terres humides
- 26 à 50 % de terres humides
- 51 à 75 % de terres humides
- 76 à 100 % de terres humides

FIGURE 1.3

Répartition des terres humides dans le monde (Gore, 1983)



superficiels sont chacune le résultat de l'assemblage d'au moins deux cartes.

Les sources de chaque carte sont indiquées dans la légende, et une liste bibliographique complète est fournie à la fin de chaque section principale. Les sources des données et des autres renseignements descriptifs du chapitre 3 sont fournies à la fin de ce dernier. Pour le présent chapitre, nous avons abondamment puisé dans une parution récente, *Terres humides du Canada*.

Le chapitre trois contient un tableau sommaire des caractéristiques des terres humides pour chaque région qui y est décrite. Les données de ces tableaux sont tirées d'un vaste éventail de références citées à la fin de chacun. Les sources vont des recherches à l'échelle régionale portant généralement sur une province, comme les études écologiques, jusqu'aux études visant des localités particulières.

1.5 OBJET ET UTILITÉ DU DOCUMENT

Le présent document se veut la synthèse des éléments de la zone d'étude que constituent le paysage, le climat et la chimie de atmosphérique, en s'attachant expressément aux caractéristiques et à l'environnement des terres humides. Il vise donc à être un document ressource fondamental s'adressant aux spécialistes qui participent à l'étude ou qui s'y intéressent. Il a, comme autre but important, de fournir des renseignements qui permettront d'extrapoler sur une grande échelle les résultats des recherches locales effectuées sur la production de CH_4 et de CO_2 dans des terres humides représentatives réparties sur l'ensemble de la région d'étude. Enfin, il se termine par un glossaire de termes techniques choisis.

1.6 BIBLIOGRAPHIE

Aselmann, I. et P.J. Crutzen. 1989. Global distribution of natural freshwater wetlands and rice paddies, their net primary productivity, seasonality and possible methane emissions. *J. Atmos. Chem.*, 8, p. 307-358.

Bramryd, T. 1980. The role of peatlands for the global carbon dioxide balance. Actes, 6th Int. Peat Congress, août 1980, Duluth, MN, p. 9-11.

Environnement Canada. 1986. Les gaz de l'effet de serre. Fiche d'information, Service de l'environnement atmosphérique, Environnement Canada, Downsview, Ontario, 4 p.

Environnement Canada. 1988. The Changing Atmosphere, implications for global climate. Presented at World Conference, Toronto, Ontario, June 1988. Service de l'environnement atmosphérique, Environnement Canada, Downsview, Ontario, 8 p.

Flavin, C. 1989. Slowing global warming: a worldwide strategy. World Watch, Paper 91, 94 p.

Gore, A.J.P. 1983. Introduction. Dans *Ecosystems of the world. Volume 4A. Mires: swamp, bog, fen and moor*, A.J.P. Gore (directeur de la publication). Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam, Pays-Bas, p. 1-34.

Gorham, E. 1988. Processes controlling development and carbon accumulation in northern peatlands. Résumé dans *A cooperative Canadian university, government, industry research program on The Role of Canadian Wetlands in Influencing the Composition of the Atmosphere and Climate: a workshop report and three year program plan*. Schiff, H.I. et L.A. Barrie, Institut canadien de la recherche en chimie atmosphérique, Université York, Toronto, Ontario, Rapport n° CIRAC/0188001, p. 26-28.

Groupe national de travail sur les terres humides. 1986. Canada : les terres humides : cartes des régions de terres humides et de leur distribution. Comité canadien de la classification écologique du territoire, Direction générale des terres, Environnement Canada, Ottawa, Ontario : 2 cartes au 1/7 500 000 et fiche d'information.

Hansen, J., A. Lacis et M. Prather. 1989. Greenhouse effect of chlorofluorocarbons and other trace gases. *J. Geophys. Res.*, 94(D13), p. 16. 417-16. 421.

Harriss, R.C. 1988. Sources of methane in northern peatlands. Résumé dans *A cooperative Canadian university, government, industry research program on The Role of Canadian Wetlands in Influencing the Composition of the Atmosphere and Climate: a workshop report and three year program plan*. Schiff, H.I. et L.A. Barrie, Institut canadien de la recherche en chimie atmosphérique, Université York, Toronto, Ontario, Rapport n° CIRAC/0188001, p. 29-33.

Khalil, M.A.K. et R.A. Rasmussen. 1985. Causes of increasing atmospheric methane: depletion of hydroxyl radicals and the rise of emissions. *Atmos. Environ.*, 19(3), p. 397-407.

Khalil, M.A.K. et R.A. Rasmussen. 1990. Atmospherice methane: recent global trends,

Environmental Science and Technology., 24(4), p. 549-553.

Matthews, E. et I. Fung. 1987. Methane emission from natural wetlands: global distribution, area and environmental characteristics of sources. *Global Biogeochem. Cycles*, 1, p. 61-86.

Moore, T.R. et R. Knowles. 1988. Methane and carbon dioxide evolution from peatlands in eastern Canada. Résumé dans *A cooperative Canadian university government industry research program on The Role of Canadian Wetlands in Influencing the Composition of the Atmosphere and Climate: a workshop report and three year program plan*. Schiff, H.I. et L.A. Barrie, Institut canadien de la recherche en chimie atmosphérique, Université York, Toronto, Ontario, Rapport n° CIRAC/0188001, p. 47-49.

Neishstadt, M.I. 1977. The world's largest peat basin, its commercial potentialities and protection. *Int. Peat Soc. Bull.* 8, p. 37-43.

Riley, J.L. 1982. Hudson Bay Lowland floristic inventory, wetlands catalogue and conservation strategy. *Le Naturaliste can.*, 109, p. 543-555.

Schiff, H.I. et L.A. Barrie. 1988. *A cooperative Canadian university, government, industry research program on The Role of Canadian Wetlands in Influencing the Composition of the Atmosphere and Climate: a workshop report and three year program plan*. Institut canadien de la recherche en chimie atmosphérique, Université York, Toronto, Ontario, Rapport n° CIRAC/0188001, 82 p.

Sebacher, D.I., R.C. Harriss, K.B. Bartlett, S.M. Sebacher et S.S. Grice. 1986. Atmospheric methane sources: Alaskan tundra bogs, an alpine fen and a subarctic boreal marsh. *Tellus*, 38B, p. 1-10.

CHAPITRE 2

CARTES THÉMATIQUES GÉNÉRALES

CARTES THÉMATIQUES GÉNÉRALES

2.1 INTRODUCTION

La présente partie a pour objet de résumer les renseignements essentiels sur l'ensemble de la zone d'étude et de démontrer la manière dont les facteurs climatiques exercent leurs effets sur la répartition et la nature des terres humides. Le chapitre se divise en sept grandes subdivisions : caractéristiques socio-économiques; climat; chimie de l'air; géologie et physiographie; sols et pergélisol; hydrologie; végétation.

L'abondance, la nature et la répartition des terres humides sont le produit des rapports réciproques entre les ressources naturelles. Les terres humides se définissent comme des terres où la nappe phréatique se trouve à la surface du sol, près de celle-ci ou au-dessus, ou qui sont saturées d'eau durant une période suffisante pour que s'y déclenchent les processus du milieu humide ou aquatique, qui sont mis en évidence par des sols au caractère hydrique, une végétation d'hydrophytes et diverses formes d'activité biologique adaptées à un environnement humide (Tarnocai, 1980). Ce sont donc des régions où les sols sont gorgés d'eau et où la végétation se décompose en anaérobiose. Quand la production végétale est plus intense que la décomposition, il y a accumulation nette de matière organique et formation de tourbières.

Les éléments essentiels du paysage qui sont requis pour la formation des terres humides sont les suivants : un excédent de précipitations par rapport à l'évapotranspiration, une topographie unie ou des dépressions, et une faible perméabilité des sols sous-jacents ou de la roche de fond.

Voici les facteurs qui influent sur le type de terre humide ainsi formé et sur la quantité de tourbe accumulée :

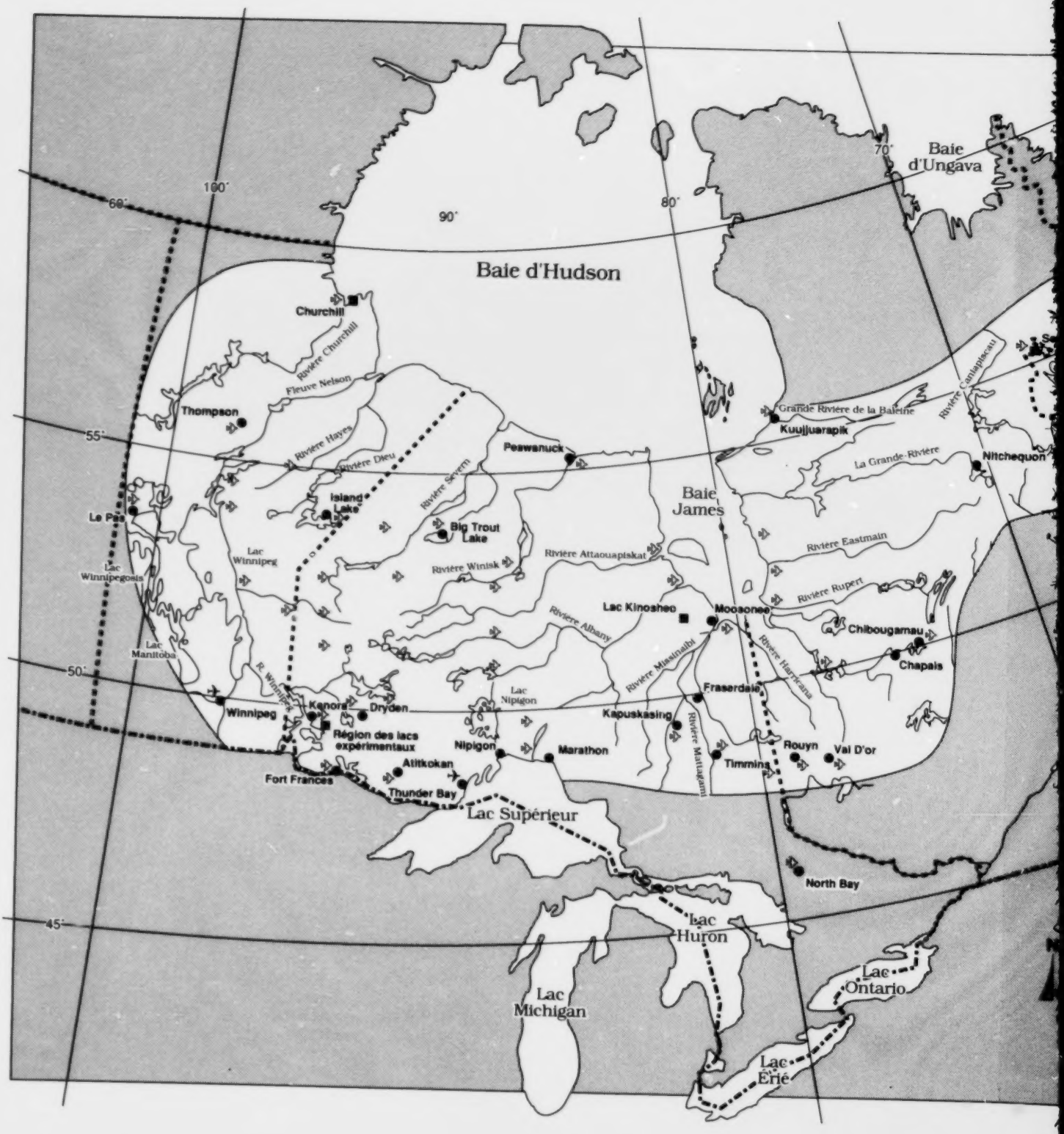
1. le régime de la température du sol et de l'air, qui influe sur la vitesse de décomposition ainsi que sur la formation de pergélisol;
2. la topographie et la situation à l'intérieur du bassin hydrographique, qui influent sur l'étendue des terres humides ainsi que sur la contribution apportée par les eaux souterraines et l'écoulement de surface, en débit et en volume, à l'espace occupé par ces terres humides;
3. les caractéristiques géochimiques des sustances souterraines qui influent sur le régime trophique;
4. l'âge de la terre humide.

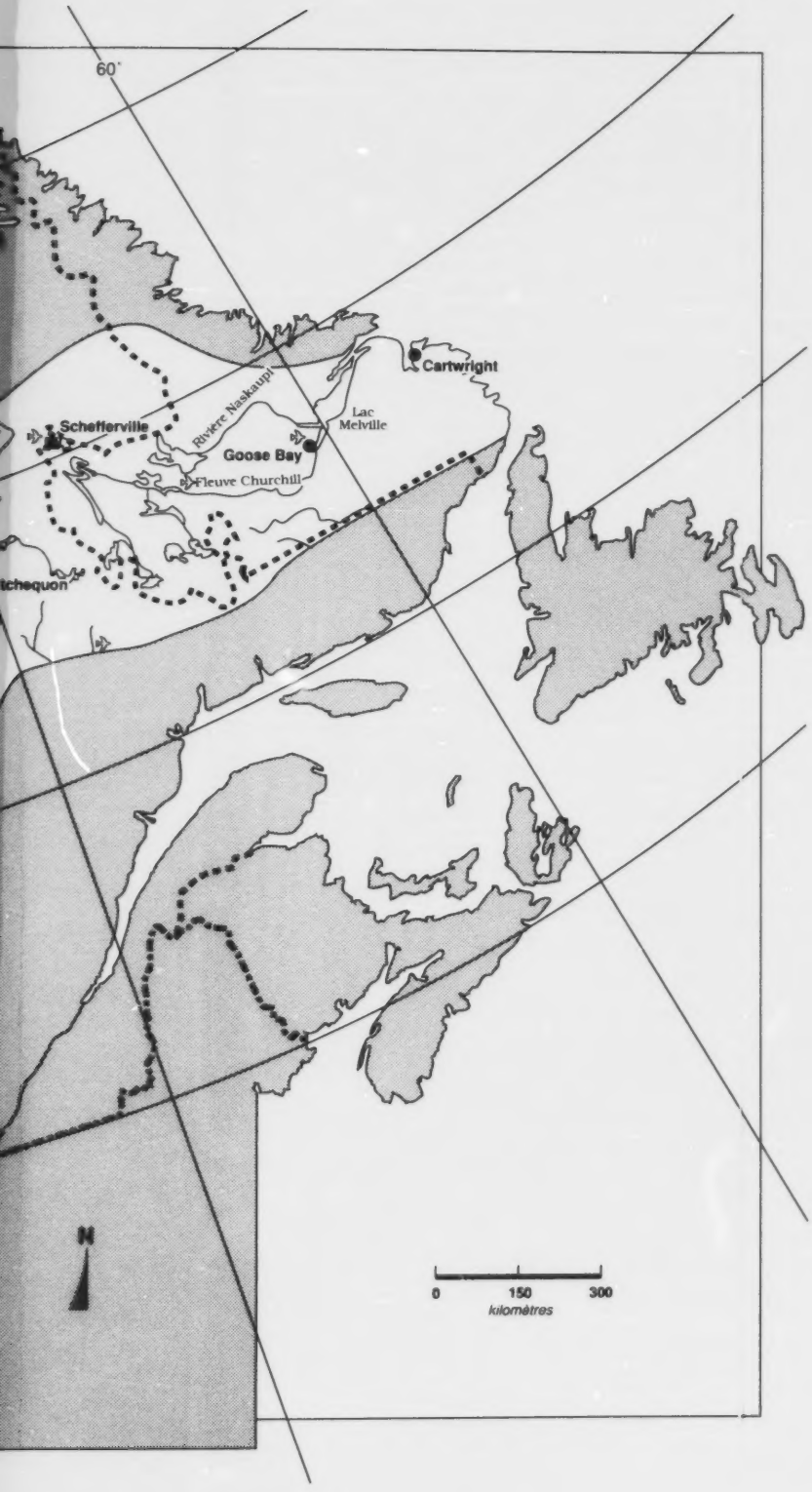
2.1.1 BIBLIOGRAPHIE

Tarnocai, C. 1980. Canadian wetland registry. Compte-rendu d'un atelier sur les terres humides. C.D.A. Rubec et F.C. Pollett (directeurs de la publication), Environnement Canada, Série de la classification écologique du territoire, n° 12, p. 9-38.

2.2 CARACTÉRISTIQUES SOCIO-ÉCONOMIQUES

Parmi les caractéristiques socio-économiques importantes de la zone d'étude, citons les formes d'occupation du sol (agriculture, exploitation forestière et exploitation minière) qui peuvent modifier la répartition et l'abondance des terres humides, ainsi que les activités (fusion des métaux, fabrication de pâtes et papiers, production thermique d'électricité) qui, pour leur part, altèrent la chimie atmosphérique. La carte 2.2.1 indique l'emplacement des agglomérations, des aéroports (locaux, régionaux et internationaux), et des principaux lacs et cours d'eau de la zone d'étude. Les principales fonderies (de métaux ferreux et non ferreux), les usines de pâtes et papiers, les mines ainsi que les centrales thermiques et hydro-électriques figurent sur la carte 2.2.2.


Baie d'Ungava
Baie d'Hudson
Churchill
Rivière Churchill
Fleuve Nelson
Thompson
Rivière Hayes
Rivière Dieu
Rivière Severn
Peawanuck
Island Lake
Big Trout Lake
Le Pas
Lac Winnipeg
Lac Winnipegosis
Lac Manitoba
Rivière Winisk
Rivière Attawapiskat
Baie James
La Grande Rivière
Rivière Eastmain
Rivière Rupert
Lac Kinoshéo
Moosonee
Rivière Albany
Rivière Missinaibi
Rivière Harricana
Chibougamau
Chapais
Fraserdale
Kapuskasing
Timmins
Rouyn
Val D'or
Lac Nipigon
Nipigon
Marathon
Winnipeg
Kenora
Dryden
Région des lacs expérimentaux
Fort Frances
Atikokan
Thunder Bay
Lac Supérieur
North Bay
Lac Huron
Lac Michigan
Lac Ontario
Lac Érié
Grande Rivière de la Baleine
Kuujjuarapik
Rivière Caniapiscau
Nitchequon
60°
55°
50°
45°
100°
90°
80°
70°



carte 2.2.1

ZONE D'ÉTUDE DES TERRES HUMIDES DU NORD

Emplacement des agglomérations, des aéroports, des lacs et des cours d'eau

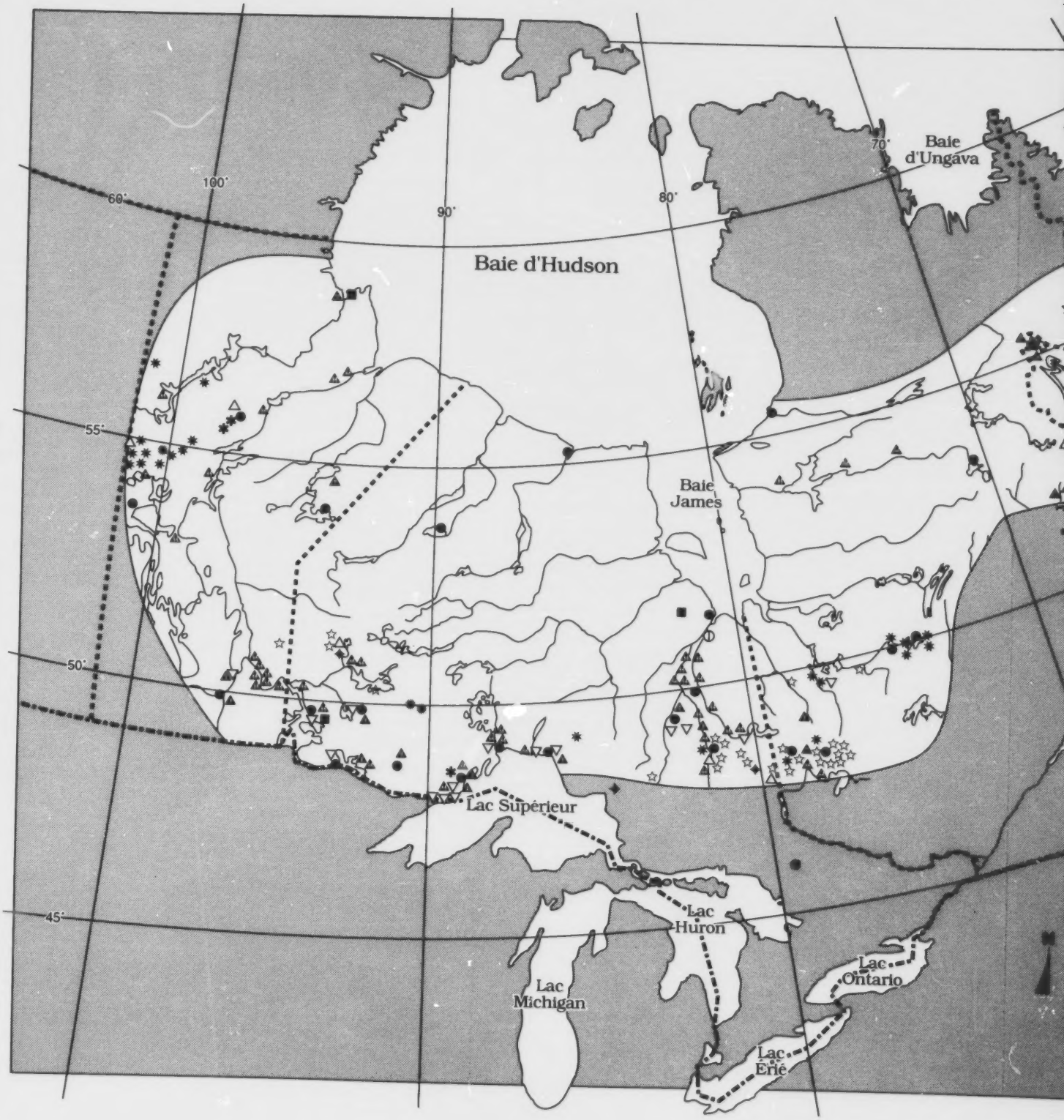
- ■ ville ou lieu de recherche de la zone d'étude des terres humides du nord
- ● ville

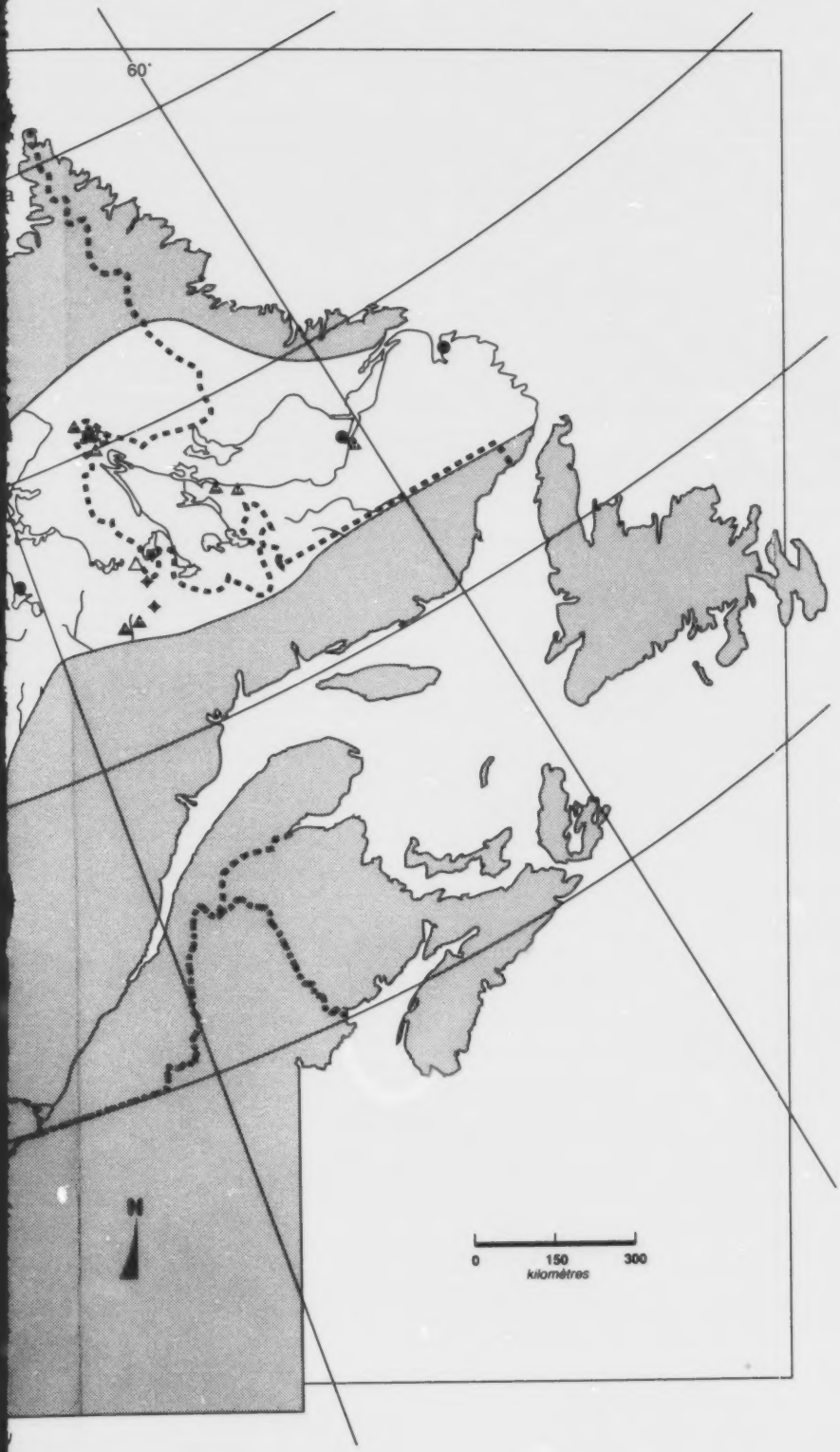
aéroports

- ✈ internationaux
- ✈ locaux ou régionaux

Source :
Atlas national du Canada, 1/7 500 000
(Énergie, Mines et Ressources, 1974 et 1985)

Projection stéréographique polaire


Baie d'Ungava
Baie d'Hudson
Baie James
Lac Supérieur
Lac Huron
Lac Michigan
Lac Ontario
Lac Érié
100°
90°
80°
70°
60°
55°
50°
45°



carte 2.2.2

ZONE D'ÉTUDE DES TERRES HUMIDES DU NORD

Emplacement des mines, des usines de transformation et des centrales électriques

mines

- fer
- cuivre
- or
- zinc
- nickel
- dépôt de lignite d'Onakawana

industries de transformation

- usine de pâtes et papiers
- fonderie
- centrale hydro-électrique (de plus de 5 MW)
- centrale thermique (de plus de 5 MW)

Source :
Atlas national du Canada, 1/7 500 000
(Énergie, Mines et Ressources, 1974 et 1985)

Projection stéréographique polaire

Le tableau 2.2.1 contient une énumération sommaire des statistiques de 1981 sur la population, l'activité agricole, forestière et minière ainsi que sur la consommation de combustibles fossiles dans la zone d'étude. Les statistiques ont été compilées selon les écozones (Statistique Canada, 1986). Les limites des écozones correspondent étroitement à celles de la zone d'étude, sauf le long de sa limite méridionale au Québec et en Ontario, où l'écozone du Bouclier boréal de Statistique Canada (1986) englobe tout le Bouclier canadien. À l'égard de la zone d'étude, les statistiques pèchent par excès, mais elles donnent un aperçu pratique des activités socio-économiques qui s'y déroulent.

Les industries qui exploitent les ressources naturelles, à savoir l'agriculture, l'exploitation forestière, la pêche, le piégeage, l'exploitation des mines et des carrières, la transformation des végétaux, le sciage, la production de pâtes et papier, la fusion et l'affinage des métaux représentent entre 58 et 86 pour 100 de toutes les industries productrices de biens de la zone visée par l'étude (Statistique Canada, 1986). Les autres types d'industrie, comme la fabrication de produits semi-finis et finis prennent de plus en plus d'importance à mesure que l'on s'éloigne vers le sud. Dans la zone d'étude, le plus gros centre manufacturier est Winnipeg.

TABLEAU 2.2.1

Quelques statistiques socio-économiques sur la zone d'étude des terres humides du Nord* (données de 1981)

	MANITOBA	ONTARIO	QUÉBEC	LABRADOR	ENSEMBLE DE LA ZONE D'ÉTUDE	POURCENTAGE PAR RAPPORT AU CANADA
POPULATION (approx)**	810 000	330 000	183 000	27 000	1 350 000	5,5
AGRICULTURE						
Terres agricoles (ha)	1 620 673	711 165	795 238	-	3 127 076	4,7
Bovins	298 180	188 101	266 077	-	752 358	5,6
Porcins	145 048	24 176	155 302	-	324 526	3,3
EXPLOITATION FORESTIÈRE						
Superficie forestière productive (ha)+	134 700	368 200	490 600	45 900	1 039 400	47,5
Volume de bois de la superficie forestière productive (10^3 m^3)						
Bois de résineux	429 998	2 050 143	2 909 379	259 595	5 649 115	36,7
Bois de feuillus	176 616	1 094 231	896 289	10 020	2 178 989	54,0
EXPLOITATION MINIÈRE (10^3 t)						
Minerai de fer	-	5 421	17 842	25 686	48 949	98,8
Cuivre	55 983	225 838	85 153	-	366 974	53,1
Zinc	39 541	246 027	53 200	-	338 768	37,2
Or	1,3	18,2	22,1	-	41,6	80,0
CONSOMMATION DE COMBUSTIBLE FOSSILE (térajoules)++						
Industrie minière	1 477	15 191	12 024	17 162	45 854	38,6
Fabrication	23 789-24 288	86 571	44 851	0-99	155 809	15,8
Centrales thermiques	5 569	8 984	467	-	15 020	1,8

SOURCE: Statistique Canada, 1986

* D'après la somme des écozones suivantes : Plaine de la baie d'Hudson, Plaine del la boréale, Bouclier boréal et Bouclier taïga.

** La population a été compilée par bassin hydrographique, et non par écozone.

\+ La superficie forestière productive englobe les terres répertoriées, boisées ou non, pouvant produire un volume marchand dans une période raisonnable.

++ Comprend des données pour le sud-ouest du Manitoba (écozone de la Prairie).

2.2.1 POPULATION

Les estimations démographiques du tableau 2.2.1 ont été totalisées selon les bassins hydrographiques. La population totale de la zone d'étude s'élève à 1,35 million de personnes. En général, les agglomérations comptent moins de 25 000 habitants et sont largement disséminées (carte 2.2.1). Celles qui ont une population de plus de 25 000 habitants sont Timmins (44 747), Thunder Bay (111 476) et Winnipeg (560 874).

La partie la plus densément peuplée est le sud-ouest du Manitoba, où la densité démographique atteint 12 personnes au kilomètre carré. Dans le reste de la région à l'étude, la densité de la population est inférieure ou égale à 1 personne/km^2 (Statistique Canada, 1986).

2.2.2 AGRICULTURE

Les activités agricoles sont doublement importantes pour l'étude des terres humides du Nord. Tout d'abord, la conversion des terres humides en terres agricoles réduit l'abondance et la variabilité des terres humides. Enfin, le cheptel peut constituer une source de méthane atmosphérique. La superficie des terres agricoles ainsi que le cheptel bovin et porcin dans la zone visée par l'étude sont donnés sur le tableau 2.2.1.

La superficie des terres agricoles est très réduite, le développement agricole n'étant marqué que dans le sud du Manitoba et dans de petites partie du nord-ouest et du nord-est de l'Ontario. Dans le sud du Manitoba, une grande partie des terres humides a été modifiée par les activités de l'homme. Au sud-ouest du lac Manitoba, l'étendue des terres humides est passée de 13,2 pour 100 à moins de 4 pour 100 depuis 1928, surtout à cause de leur conversion à l'agriculture (Rakowski et Chabot, 1983). Dans les environs de Winnipeg, plus de 75 pour 100 des terres humides qui existaient avant la colonisation ont disparu, converties à l'agriculture (Kessel-Taylor, 1984).

2.2.3 EXPLOITATION FORESTIÈRE

Sources d'oxygène, les arbres fixent le carbone qui s'accumule dans la biomasse forestière. L'exploitation forestière influe sur la chimie de l'atmosphère de la zone d'étude des manières suivantes : 1) à court terme, la coupe peut réduire l'absorption de dioxyde de carbone; 2) à plus long terme, la régénération de la forêt augmente l'élimination du dioxyde de carbone atmosphérique, et 3) le bois et les combustibles fossiles, en brûlant, accroissent le flux de carbone déversé dans l'atmosphère.

Le bois sert souvent de combustible domestique dans le Nord, et les secteurs dont on a coupé les arbres sont ordinairement brûlés, en prévision de la régénération. Quant aux combustibles fossiles, ils fournissent de l'énergie aux usines de pâtes et papier ainsi qu'au moyens de transport.

Le tableau 2.2.1 indique la superficie forestière productive ainsi que le volume de bois de feuillus et de résineux qu'on y trouve. Les feuillus deviennent de plus en plus abondants vers le sud (v. section 2.7), et il est probable qu'une fraction importante du volume indiqué sur le tableau 2.2.1 se trouve dans le sud de la zone étudiée.

Les résineux s'emploient surtout dans la production de pâtes et de papiers ainsi que de bois de sciage destiné aux charpentes. La zone visée par l'étude compte environ seize usines de pâtes et papiers, dont treize en Ontario. La plus forte concentration est réunie dans le nord-ouest de cette province, sept usines (dont quatre à Thunder Bay) étant situées sur la rive nord du lac Supérieur. L'emplacement des usines est indiqué sur la carte 2.2.2.

2.2.4 EXPLOITATION MINIÈRE

L'extraction des combustibles fossiles, des minéraux et des métaux ne touche pas directement l'étude des terres humides du Nord. Elle tire principalement son importance de l'utilisation des combustibles fossiles dans les activités nécessaires à son exploitation ainsi que de la fusion des métaux ferreux et non ferreux.

Le tableau 2.2.1 donne la production, en 1981, des quatre métaux prédominants extraits dans la zone d'étude. La carte 2.2.2 montre l'emplacement des mines et indique le principal métal extrait à chaque endroit. Les gisements de minerai de fer sont importants dans cette zone, particulièrement au Labrador et dans l'est du Québec.

On ne connaît, dans la zone à l'étude, aucune réserve de pétrole, de gaz naturel ou de charbon de qualité supérieure. La géologie de la région sise au sud de la baie d'Hudson et à l'ouest de la baie James (basses-terres de la baie d'Hudson) est semblable à celle du sud-ouest de l'Ontario, où l'on a trouvé des gisements importants de gaz naturel. On a procédé à des forages et à de l'exploration sismique dans les parties les plus profondes des strates géologiques, mais sans y trouver de gisement exploitable de pétrole ou de gaz (Oilweek, 1972; Sanford et Norris, 1975).

Au sud-ouest de Moosonee, en Ontario (carte 2.2.2), on trouve du lignite, charbon de qualité médiocre, intermédiaire entre la tourbe et le charbon subbitumineux. Le gisement en renfermerait quelque 189 000 000 t, de qualité moyenne et récupérable (Onakawana Development Ltd., 1973). Le lignite se trouve dans une région difficile d'accès, et les charbons de qualité supérieure et peu coûteux de l'Ouest ont empêché la mise en valeur du site Onakawana. Les études de faisabilité ont montré que le lignite ne serait économique à extraire que si l'on construisait une centrale thermique dans les environs immédiats (Onakawana Development Ltd., 1973).

On extrait la tourbe afin de s'en servir comme combustible et, également, d'amendement du sol en agriculture et en horticulture. Bien que plus répandue en Scandinavie, dans les îles Britaniques et en Union Soviétique, la récolte des réserves de tourbe s'est amplifiée au cours des dernières années au Canada. La production y est d'environ 500 000 t/an (Rubec *et al.*, 1988). En 1983, la production du Québec, de l'Ontario et du Manitoba, a été respectivement de 238 000, de 4 000 et de 54 000 t (Statistique Canada, 1983, cité dans Rubec *et al.*, 1988). Presque toute la production de l'Ontario et du Québec provient de l'extérieur de la zone d'étude, près des marchés du sud.

2.2.5 TRANSPORT

La plupart des agglomérations de la zone d'étude sont mono-industrielles, ayant été fondées en vue de l'exploitation forestière, minière ou hydro-électrique. Elles sont principalement desservies par des axes nord-sud qui forment des traits d'union assez directs avec les principaux centres de fabrication ou d'échanges situés plus au sud.

Des aéroports desservent la plupart des agglomérations de la zone d'étude (carte 2.2.1). Les aéroports internationaux assurent aux passagers une correspondance avec le réseau de transport aérien extérieur au Canada et accueillent la plus grande partie des vols interprovinciaux (Énergie, Mines et Ressources, 1974). Les aéroports régionaux assurent un service local régulier, et donnent un accès direct aux aéroports internationaux. On en trouve à Churchill, Thompson, Flin Flon, Lynn Lake et Le Pas (Manitoba); à Dryden, Thunder Bay, Moosonee et Timmins (Ontario); à Rouyn et Val-d'Or (Québec); ainsi qu'à Goose Bay (Labrador). On compte une quarantaine d'aéroports locaux, qui ne possèdent aucune installation commerciale, mais assurent un service régulier de transport des passagers ainsi que des vols nolisés périodiques de transport de marchandises.

2.2.6 PRODUCTION ET CONSOMMATION D'ÉNERGIE

La carte 2.2.2 montre l'emplacement des centrales thermiques et hydro-électriques dans la zone d'étude. Le tableau 2.2.1 chiffre la consommation de combustible fossile dans les industries minière et manufacturière ainsi que dans la production thermique d'électricité. Les industries manufacturières englobent le secteur des pâtes et papiers ainsi que tous les aspects de leur exploitation, y compris la production de papier, le transport et le chauffage des locaux (Statistique Canada, 1986). Les principaux réservoirs et leur capacité de production figurent sur le tableau 2.2.2.

Dans la zone d'étude, on compte 66 réservoirs alimentant des centrales hydro-électriques (Statistique Canada, 1986). La plupart sont assez petits; ils recouvrent moins de 60 km^2 de territoire. Les plus gros réservoirs (c'est-à-dire de plus de 60 km^2) ont tous été aménagés depuis 1960. On en compte deux au Labrador, cinq au Québec et six au Manitoba (tableau 2.2.2). Selon les dernières annonces publiques qui ont été faites, on prévoit d'autres grosses centrales hydro-électriques pour la rivière Nelson (Manitoba) et pour la baie James (Québec) dans un proche avenir.

Les centrales thermiques sont au nombre de 56, et chacune a une capacité d'au moins 100 kilowatts (Statistique Canada, 1986). Les plus importantes produisent entre 50 000 et 500 000 kilowatts

d'énergie. Les centrales de cette envergure sont situées à Winnipeg (2), à Atikokan et Thunder Bay (2), en Ontario, et à Rouyn, au Québec.

L'usage de combustibles fossiles produit des émissions gazeuses qui contribuent à l'effet de serre. Les principaux gaz émis sont l'oxyde azoteux, le monoxyde de carbone et le dioxyde de carbone. Dans la région visée par l'étude, l'énergie ainsi consommée a totalisé, en 1981, 216 683 térajoules (tableau 2.2.1).

Les émissions de dioxyde de soufre, d'oxydes d'azote, d'hydrocarbures et de monoxyde de carbone au Canada, en 1978, sont fournies par Statistique Canada (1986) pour une grille à mailles carrées de 127 km sur 127. Les sources ainsi répertoriées sont les principales centrales électriques et les incinérateurs municipaux. Il s'y ajoute une estimation pour les petites sources industrielles (les scieries, par exemple), l'usage domestique et les moyens de transport (Statistique Canada, 1986).

Dans la zone d'étude, les principales émissions d'oxydes d'azote, qui se produisent dans les mailles correspondant à Winnipeg et à Thunder Bay, varient entre 10 000 et 170 000 t. Des émissions variant entre 2 500 et 9 999 t occupent 3 mailles autour de Winnipeg et 3 autres dans la région de Timmins et de Rouyn.

Les émissions de monoxyde de carbone (CO) sont maximales à Winnipeg (de 100 000 à 930 000 t, une maille). Elles sont suivies des émissions de CO de Thunder Bay et de Timmins - Rouyn (de 20 000 à 99 999 t, 3 mailles en tout).

Les émissions d'hydrocarbures sont généralement inférieures à 50 000 t dans toute la zone d'étude, les tonnages maximaux provenant de Winnipeg et de Thunder Bay (5 000 à 49 999 t, 3 mailles en tout). Wawa, en Ontario, est également une source importante d'hydrocarbures gazeux.

2.2.7 BIBLIOGRAPHIE

Énergie, Mines et Ressources. 1974. *L'atlas national du Canada*. 4e édition, Macmillan Co. of Canada,

TABLEAU 2.2.2

Grands réservoirs de la zone d'étude des terres humides du Nord, 1984*

RÉGION	RÉSERVOIR	OUVRAGE	COURS D'EAU	SUPERFICIE TOTALE (km^2)	SUPERFICIE INONDÉE (km^2)	CAPACITÉ GÉNÉRATRICE (mégawatts)
Labrador	Ossokmanuan	Twin Falls	Inconnu	950	238	234
	Smallwood	Churchill Falls	Churchill	5 696	2 848	5 225
Québec	LG2	LG2	Grande Rivière	2 836	S.O.	5 328
	Opinaca	LG2	Opinaca, Eastmain	1 036	738	comme ci-dessus
	LG3	LG3	Grande-Rivière	1 865	S.O.	1 920
	LG4	LG4	Grande-Rivière	S.O.	S.O.	2 637
	Caniapiscau	LG4	Caniapiscau	4 229	S.O.	comme ci-dessus
Manitoba	Kelsey	Kelsey	Nelson	706	124	236
	Lac Stevens	Kettle Rapids	Nelson	337	236	1 224
	Lac S. Indian	Nelson River - Missi Falls	Churchill	2 391	414	980
	Notigi	Nelson River - Notigi Central	Rat, Churchill	584	431	comme ci-dessus
	West Nelson					
	Channel	Jenpeg	Nelson	S.O.	186	
	Cedar Lake	Grand Rapids	Saskatchewan	3 493	1 372	437

SOURCE: Statistique Canada, 1986

* Les grands réservoirs sont ceux qui inondent plus de 60 kilomètres carrés de territoire. Le territoire inondé exclut la superficie antérieurement recouverte d'eau libre.

Énergie, Mines et Ressources. 1985. *L'atlas national du Canada*. 5e édition, Énergie, Mines et Ressources Canada, Ottawa, Ontario.

Kessel-Taylor, I. 1984. The application of the Canada Land Data System for quantitative analysis of land use dynamics on wetlands for twenty-three urban centred regions in Canada. Rapport du SDTC n° R003200, Direction générale des terres, Environnement Canada, Ottawa, Ontario.

Oilweek. 1972. Major push planned by oil-hunters for next year in Hudson Bay Region. *Oilweek*, 23(42), p. 60-62.

Onakawana Development Ltd. 1973. Onakawana Project: lignite mine and power plant development, engineering feasibility study and economic analysis. Ministère des Richesses naturelles de l'Ontario, Rapport 5366-4-73, 2 volumes.

Rakowski, P.W. et B.P. Chabot. 1983. Changes in land use in the Minnedosa District of southwestern Manitoba: an update of the Keil-Hawkins transect. Manuscrit inédit, Service canadien de la faune, Environnement Canada, Winnipeg, Manitoba.

Rubec, C.D.A., P. Lynch-Stewart, G.M. Wickware et I. Kessel-Taylor. 1988. Utilisation des terres humides au Canada. Chapitre 10 de *Terres humides du Canada*. Série de la classification écologique du territoire, n° 24. Direction du Développement durable, Service canadien de la faune, Environnement Canada, Ottawa, Ontario et Polyscience Publications Inc., Montréal, Québec p. 379-412.

Sandford, B.V. et A.W. Norris. 1975. Devonian stratigraphy of the Hudson Platform. Commission géologique du Canada, Mémoire 379, 2 parties.

Statistique Canada. 1983. Revue générale sur les industries minérales : mines, carrières et puits de pétrole, n° 26-201 du catalogue, Approvisionnements et Services Canada, Ottawa, Ontario.

Statistique Canada. 1986. Activité humaine et l'environnement : un compendium de statistiques. Approvisionnements et Services Canada, n° 11-509F du catalogue, 373 p.

2.3 CLIMAT

2.3.1 RAYONNEMENT SOLAIRE

L'énergie solaire est indispensable aux processus vitaux qui se déroulent à la surface de la Terre ainsi qu'aux processus d'échange en surface. Par exemple, Hare et Ritchie (1972) ont tenté d'établir des relations empiriques entre le climat radiatif et la structure ainsi que la productivité des forêts boréales.

Le rayonnement solaire incident est composé du rayonnement direct du soleil ainsi que du rayonnement diffus, réfléchi ou dispersé par les nuages et les particules atmosphériques. Le rayonnement à ondes courtes comprend les longueurs d'onde de 0,3 à 3,0 microns. Un fort pourcentage de l'énergie qui nous parvient du soleil est réfléchi vers l'espace par la surface terrestre. Ce pourcentage varie en fonction de la couverture de neige ou de glace, de la végétation, de l'humidité du sol, de l'irrégularité de la surface, de la pente et de la couleur. Ainsi que le révèle le tableau 2.3.1, l'albédo varie énormément, de 80 pour 100 dans le cas de la neige fraîche à 8 pour 100 sur les lacs (Wilson, 1975). L'utilité du rayonnement à courte longueur d'onde dans la photosynthèse végétale dépend, en partie, de sa composition spectrale; les plantes ont en effet besoin de lumière presque visible (Robertson, 1966). Le rayonnement solaire

TABLEAU 2.3.1

Fraction du rayonnement solaire réfléchie (albédo) par diverses surfaces.

TYPE DE SURFACE	ALBÉDO	
	Été	Hiver*
Endroits découverts		
neige fraîche	-	> 0,8
neige ancienne	-	0,4 à 0,7
Types de végétation		
toundra	0,2	0,8
forêt ouverte	0,2	0,6
forêt de conifères	0,1	0,3 à 0,4
prairies, cultures	0,2	0,4 à 0,6
Autres surfaces		
lacs	≈0,08	0,5 à > 0,8

SOURCE: Hare et Thomas (1979)

* On suppose la présence d'une couverture de neige; ces valeurs s'appliquent aussi au printemps avant la fonte des neiges.

diffus possède une plus forte proportion de la lumière nécessaire que le rayonnement direct. Dans les régions boréale et arctique, la proportion de rayonnement diffus du soleil est plus forte en raison de la trajectoire plus longue décrite par le rayonnement solaire (Hare et Ritchie, 1972).

La Terre perd de la chaleur dans l'espace sous la forme de rayonnement à grande longueur d'onde. Ce rayonnement est émis par la surface du globe, les nuages, la vapeur d'eau, le dioxyde de carbone et les particules atmosphériques. Continuels, les échanges radiatifs à grande longueur d'onde, de plus de 3,0 microns, ont habituellement pour effet de refroidir la surface de la Terre. Ce processus est des plus efficaces la nuit et l'hiver.

Le bilan du rayonnement de toutes longueurs d'onde est la somme des pertes et des gains de rayonnement à grande et à courte longueur d'onde. Le bilan du rayonnement à la surface peut s'exprimer par la relation suivante :

1) $Q^* = K\downarrow(1-\alpha) - L\uparrow + L\downarrow$

où : Q^* = le rayonnement net de toutes longueurs d'onde;
$K\downarrow$ = le rayonnement solaire global (direct et diffus);
α = l'albédo, ou rapport entre le rayonnement réfléchi et le rayonnement incident ($K\downarrow/K\uparrow$);
$L\uparrow$ = le rayonnement à grande longueur d'onde émis par la surface de la Terre;
$L\downarrow$ = le rayonnement atmosphérique à grande longueur d'onde reçu par la surface terrestre.

L'ensemble du territoire canadien possède un bilan annuel positif du rayonnement, mais celui-ci est négatif de novembre à janvier; il n'est positif que de mai à août (Pêches et Environnement Canada, 1978). Il existe donc une énergie radiative excédentaire pouvant réchauffer l'atmosphère (H), faire fondre la neige et la glace (M), évaporer l'eau (LE), réchauffer le sol (G), et fournir l'énergie nécessaire à la photosynthèse (P) végétale. Le bilan thermique peut être décrit par l'équation suivante :

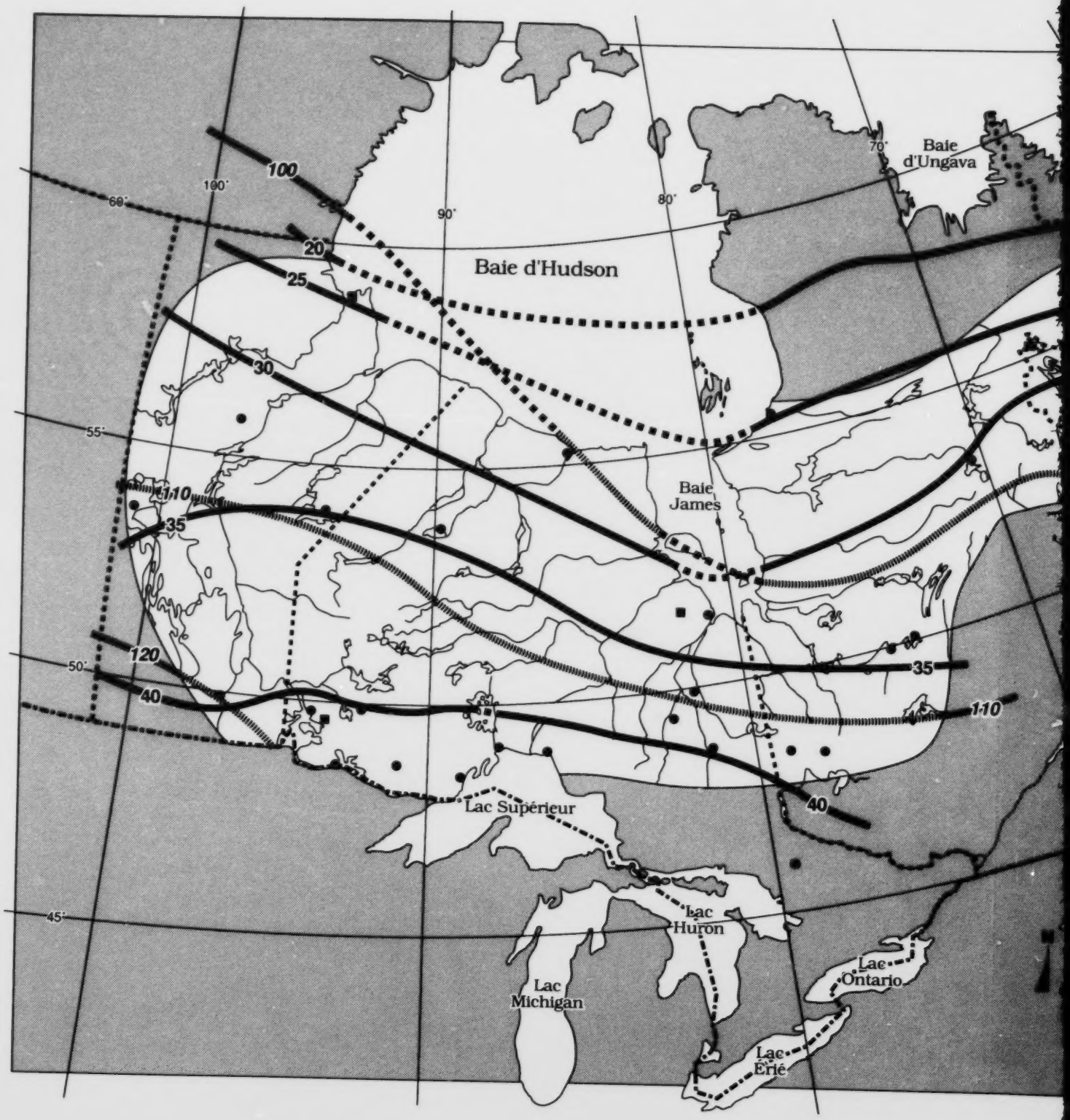
2) $Q^* = H + LE + G + P + M$

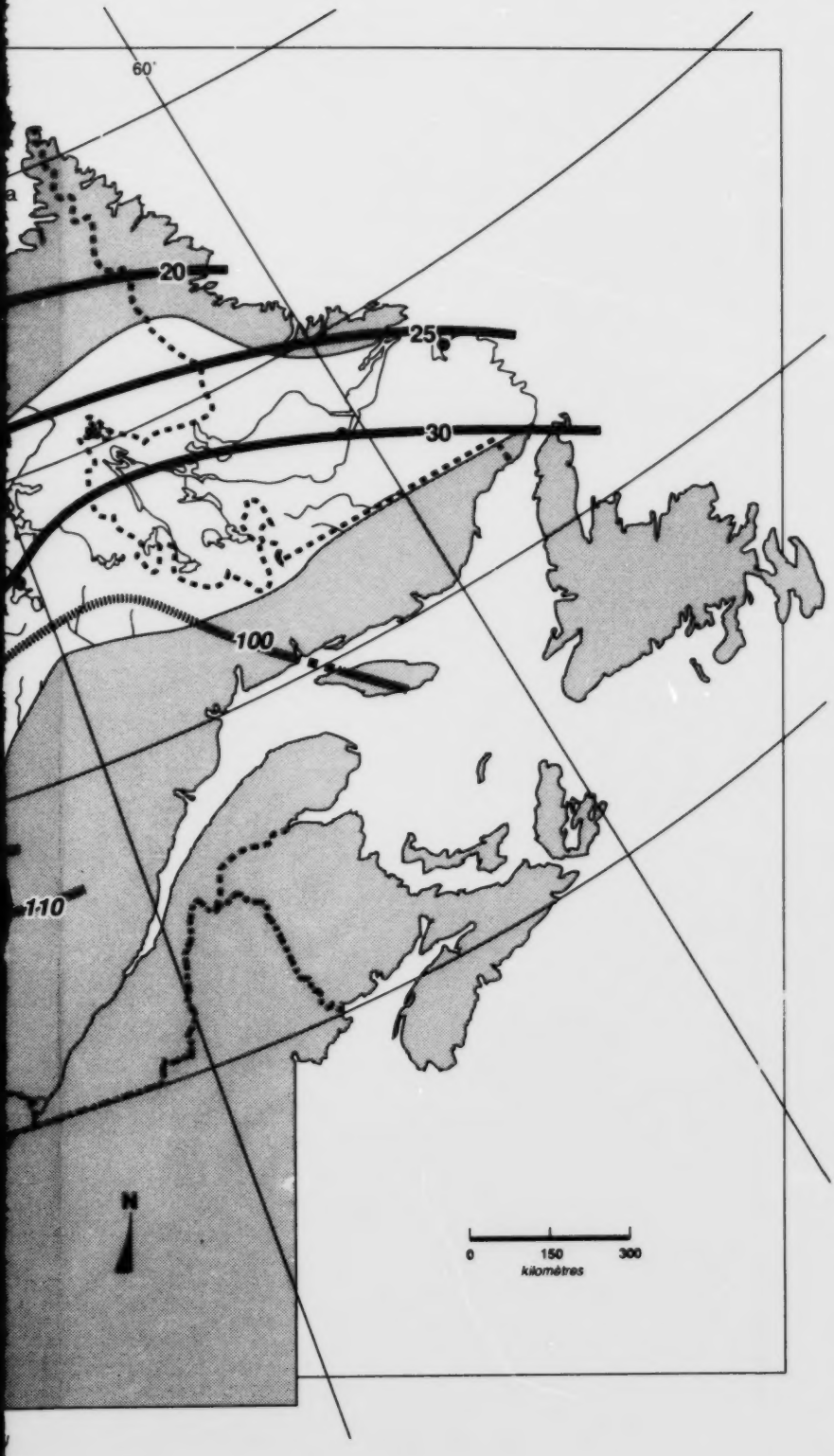
La carte 2.3.1A montre la répartition du rayonnement solaire global et du bilan du rayonnement (Titus et Truhlar, 1969; Hay, 1970). Le rayonnement est minimal dans le nord et maximal dans le sud. À la même latitude, il est supérieur dans l'ouest et inférieur dans l'est. Cette répartition traduit l'existence d'influences régionales telles que les systèmes synoptiques, la nébulosité, la température, la vapeur d'eau et la pollution atmosphériques ainsi que la proximité de masses d'eau.

Le rayonnement global incident varie saisonnièrement selon la hauteur du soleil, la longueur de la journée et la nébulosité. En hiver, par exemple, il varie énormément d'une latitude à l'autre. Quand le soleil est bas et les journées sont courtes, le rayonnement reçu le long de la limite sud de la zone d'étude est faible; le rayonnement incident devient nul dans la partie du Haut-arctique soumise à la nuit polaire. En été, la faible hauteur du soleil dans le nord est compensée par la longueur du jour. Par conséquent, le rayonnement solaire quotidien peut être relativement élevé. Le gradient latitudinal, prononcé en hiver, est alors atténué (Pêches et Environnement Canada, 1978).

Les isolignes du bilan du rayonnement reflètent l'interaction complexe entre les flux à courte et à grande longueur d'onde ainsi que leurs proportions respectives. Les variations saisonnières sont grandes. En moyenne, les surfaces terrestres du Canada possèdent un bilan négatif du rayonnement de la fin de novembre à la mi-février, lorsque le refroidissement de la surface par l'émission de rayonnement à grandes longueurs d'onde surpasse le réchauffement solaire. Dans le sud, le bilan du rayonnement devient positif en février ou en mars, ce qui provoque la fonte, diminue l'albédo et augmente le bilan du rayonnement. Les gradients latitudinaux du bilan du rayonnement sont maximaux à cette époque de l'année, en raison du contraste entre les régions couvertes de neige et celles qui en sont débarrassées. Le bilan du rayonnement est positif de mai à août. Juillet est habituellement le mois où le réchauffement dû au rayonnement est le plus fort, alors que celui-ci s'abaisse rapidement en août. Le refroidissement maximal a lieu en décembre. La température de l'air est en retard sur ce cycle, en raison de l'accumulation de chaleur dans le sol, les masses d'eau et les océans. Les lacs et les terres humides accentuent ce décalage saisonnier (Hare et Hay, 1979).

Le degré de nébulosité et la persistance de la couverture nuageuse sont ensuite les principaux


Baie d'Ungava
Baie d'Hudson
Baie James
Lac Supérieur
Lac Huron
Lac Michigan
Lac Ontario
Lac Érié
100
20
25
30
35
110
120
40
70°
80°
90°
100°
60°
55°
50°
45°



carte 2.3.1A

ZONE D'ÉTUDE DES TERRES HUMIDES DU NORD

Rayonnement global annuel et bilan moyen annuel du rayonnement

rayonnement global annuel (kilocalories/cm²)

bilan moyen annuel du rayonnement (kilocalories/cm²)

Nota : les lignes pointillées indiquent des valeurs approximatives

Source :
Atlas hydrologique du Canada, 1/20 000 000
(Pêches et Environnement Canada, 1978)

Projection stéréographique polaire

facteurs du bilan du rayonnement. Les nuages réduisent en effet le flux vertical du rayonnement à courte longueur d'onde par l'absorption, la réflexion et la rétrodiffusion. L'ampleur des pertes varie selon la nébulosité, le type de nuages, l'opacité de ceux-ci et leur épaisseur. La couche de nuages exerce un effet de diffusion sur le rayonnement incident tout en filtrant le rayonnement solaire direct. Elle modifie ainsi la proportion des divers rayonnements à courte longueur d'onde : le rayonnement direct diminue, tandis que le rayonnement diffus augmente.

Comme la nébulosité exerce une action considérable sur les flux, la carte 2.3.1B donne le graphique du pourcentage de fréquence mensuelle de la nébulosité (d'un ciel clair à un ciel couvert) dans 11 stations de la région. Afin de montrer la variation diurne de la couverture nuageuse, on a inclus la fréquence horaire moyenne, en juillet, de 0 à 2 dixièmes de nuages d'un ciel clair et de 8 à 10 dixièmes de nuages d'un ciel couvert (carte 2.3.1C).

2.3.2 TEMPÉRATURE

La température régit de nombreux processus biophysiques, notamment le taux de productivité biologique et les limites de la répartition des plantes. Elle détermine aussi, en combinaison avec le bilan du rayonnement et l'humidité, les flux de chaleur et de vapeur d'eau, le régime de la température du sol et, par conséquent, la formation du pergélisol. Les cartes 2.3.2A et 2.3.2B indiquent la température moyenne de l'air en janvier et en juillet au cours de la période s'étendant entre 1951 et 1980. La carte 2.3.2C montre les statistiques de température moyenne mensuelle pour 11 stations à l'intérieur de la zone d'études.

La répartition de la température dépend de la latitude, de la topographie et des caractéristiques de la surface, ainsi que de la proximité de grandes masses d'eau. Les cycles solaires diurne et annuel, qui varient selon la latitude, déterminent l'intensité et la durée du rayonnement solaire, ce qui se répercute sur la température. Les effets de la latitude se manifestent par un abaissement de la température à mesure que l'on monte vers le nord, phénomène qui se révèle sur les cartes.

Les irrégularités de la topographie et des caractéristiques de la surface ainsi que l'influence des masses d'eau contribuent à la variabilité climatique régionale, altérant l'influence de la latitude. Par exemple, la baie d'Hudson et l'océan Atlantique exercent une influence modératrice considérable lorsque leurs eaux sont libres de glace. Les localités maritimes sont en général plus chaudes en hiver et plus fraîches en été que les localités de l'arrière-pays, qui ne sont pas sous l'influence de la mer ni de lacs. L'état de la surface terrestre, sèche ou humide, couverte de sol ou rocheuse, influe également sur le régime de la température. En général, la température diminue avec l'altitude, de sorte que les isothermes tendent à suivre les courbes de niveau.

2.3.2.1 JANVIER

La côte orientale de la baie d'Hudson est plus chaude que les autres régions voisines de même latitude, en raison du retard dans l'englacement de la baie James et de la baie d'Hudson (Danielson, 1969). Les eaux libres, relativement chaudes, réchauffent les vents dominants du nord-ouest avant qu'ils n'atteignent le littoral québécois. Toutefois, entre la mi-janvier et février, la neige et la glace ont envahi la plus grande partie de la baie d'Hudson. Celle-ci constitue alors un long fetch pour les masses d'air froid, qui peuvent pénétrer vers le sud sans être arrêtées par des obstacles topographiques. L'océan Atlantique exerce une influence modératrice semblable sur la température le long de la côte orientale du Labrador.

Le plateau du Labrador et de l'Ungava est soumis à des températures régionales plus basses (descente vers le sud de l'isotherme de -22,5 °C). Le relief s'élève en effet en direction du sud, ce qui neutralise l'influence de la latitude.

2.3.2.2 JUILLET

Les régions côtières de la baie d'Hudson et de l'océan Atlantique subissent, en juillet, des températures moyennes basses pour la latitude, en dépit de la valeur élevée du bilan du rayonnement estival. En effet, la baie d'Hudson reste prise jusqu'en juin, et la fonte de la banquise maintient la température de l'eau de surface près du point de congélation. L'eau froide influe sur le climat estival en abaissant les températures, comme le montre la pente des isothermes au sud de la baie James et de la baie d'Hudson. Bien que les vents dominants le long de l'Atlantique soient des vents de terre, ils peuvent souffler du large au cours du printemps et

de l'été. Ces vents, qui survolent le courant froid du Labrador et la banquise côtière de ce dernier, apportent alors à la côte du Labrador des températures froides, du brouillard et un plafond de nuages bas.

2.3.3 DEGRÉS-JOURS DE CROISSANCE

La longueur et la chaleur de la saison de croissance sont importantes pour la productivité végétale. On s'est servi des degrés-jours de croissance et d'un seuil de température de 5 °C pour donner une idée du climat, ainsi que de la vitesse de croissance et de développement des plantes. C'est un indice qui s'exprime comme la somme des écarts positifs par rapport à une température quotidienne moyenne de 5 °C.

La carte 2.3.3 présente le total annuel des degrés-jours. La plupart des chiffres représentent une moyenne établie sur 30 ans, de 1951 à 1980.

Cette méthode est fondée sur l'hypothèse selon laquelle la croissance végétale commence ou devient significative lorsque la température dépasse 5 °C, et qu'elle s'accélère de façon linéaire à mesure que la température s'éloigne de ce seuil. Toutefois, la température critique varie selon chaque espèce végétale, et elle change aussi durant le cycle évolutif de chacune. On n'a pas tenu compte de facteurs tels que la photopériode dans le calcul de l'indice (Chang, 1970; Monteith, 1965).

La saison de croissance peut être écourtée par un printemps tardif, un gel automnal précoce, ou les deux, lorsque la température s'abaisse à 0 °C ou moins. Les vents froids du nord peuvent provoquer un gel réparti sur une grande surface, tandis que le rafraîchissement radiatif de l'air durant les nuits calmes et claires cause des gels localisés. Dans le cas des gels d'origine radiative, la topographie et le type de sol déterminent des variations locales de la vulnérabilité des plantes. L'air froid, plus lourd, s'écoule par les pentes dans les dépressions. Le refroidissement est en partie une fonction de la texture du sol. Il est plus intense au-dessus des argiles que des sables et davantage encore au dessus des loams. Les pertes de chaleur les plus fortes se produisent au-dessus de la tourbe. L'influence modératrice de l'eau sur la température réduit la vulnérabilité au gel. La baie James, par exemple, prolonge la période sans gel d'automne. Les terres humides des basses-terres de la baie d'Hudson, qui s'étendent jusqu'à près de 170 km vers l'intérieur, prolongent également la durée de la saison sans gel (Chapman et Thomas, 1968).

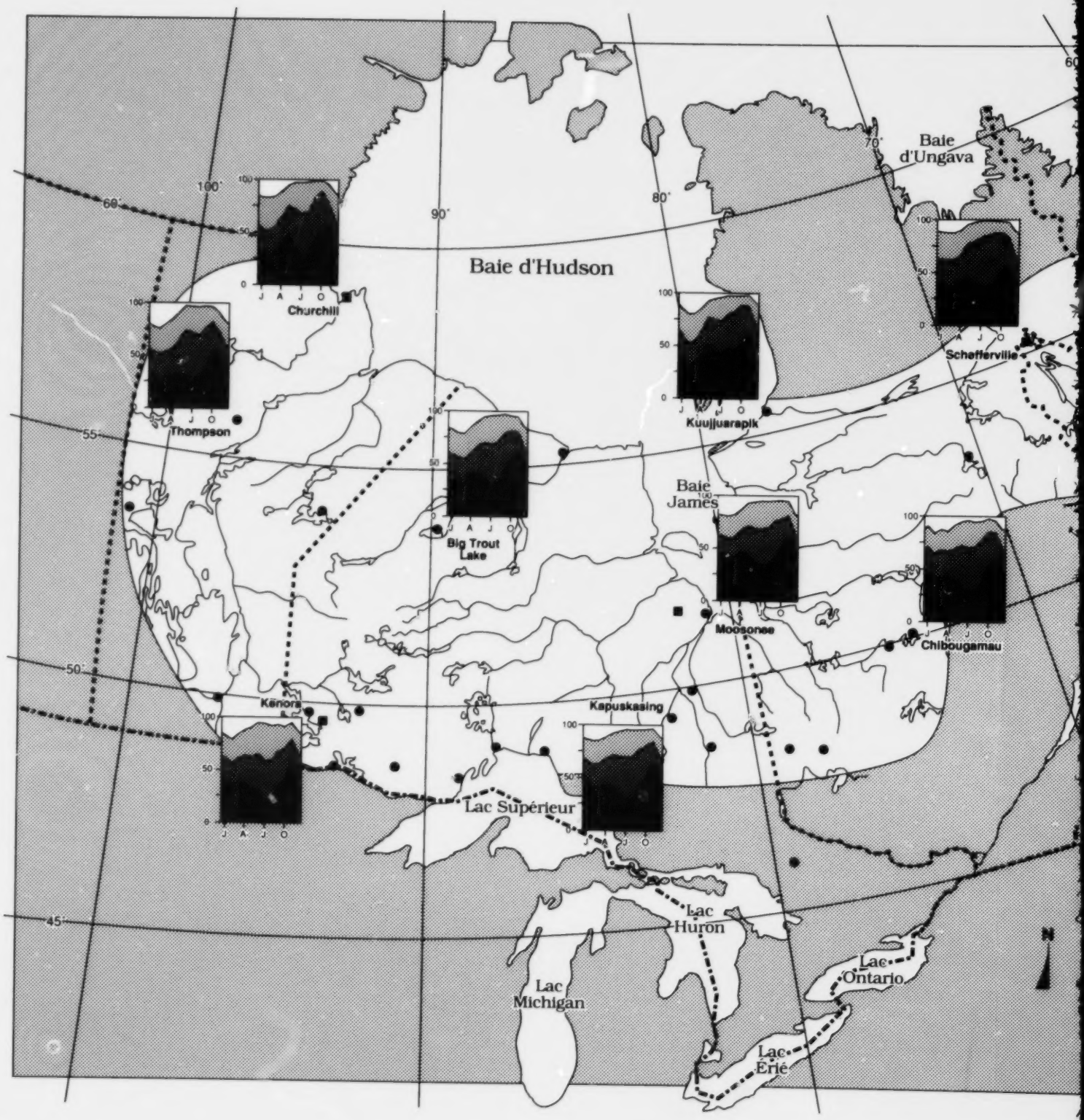
Les données climatologiques sur les caractéristiques de la saison de croissance de onze stations de la zone d'étude sont présentées sur le tableau 2.3.2. Pour toutes les stations, ces données représentent la période complète de trente années d'observations, qui s'étend de 1951 à 1980, sauf dans le cas de Thompson, au Manitoba (14 ans), et de Chibougamau, au Québec (17 années). Le total des journées sans gel correspond au nombre annuel de journées où la température moyenne dépasse 0 °C. La saison de croissance (en jours) commence lorsque la température moyenne quotidienne est au moins égale à 5 °C pendant 5 journées consécutives et se termine lorsque la température journalière minimale est inférieure ou égale à -2 °C.

2.3.4 VENT

Le vent joue un rôle important dans de nombreux processus atmosphériques, hydrologiques, biologiques et climatiques, ainsi que dans l'échange de gaz. L'échange de chaleur et de vapeur entre l'atmosphère et la surface dépend de la turbulence. La croissance des plantes subit l'influence de la vitesse du vent, surtout par l'action qu'exerce celle-ci sur l'évaporation et l'humidité du sol. De la direction des vents dépend en partie la formation de zones de précipitation et de zones d'ombre pluviométrique, tandis que les vent eux-mêmes provoquent le déplacement et l'accumulation de la neige.

Des roses des vents de la saison la plus venteuse (hiver) et la moins venteuse (été) de certaines stations sont présentées sur les cartes 2.3.4A et 2.3.4B. Elles donnent le pourcentage moyen de fréquence des classes de vitesse du vent de 5 noeuds selon huit points du compas, ainsi que le pourcentage de fréquence de temps calme. Les directions et les vitesses horaires du vent ont été déterminées d'après la moyenne calculée sur une minute. Les données ont été analysées pour la période s'étendant de 1953 à 1980, mais la période d'observation dans des stations telles que Kuujjuarapik, Chibougamau et Thompson est plus courte.

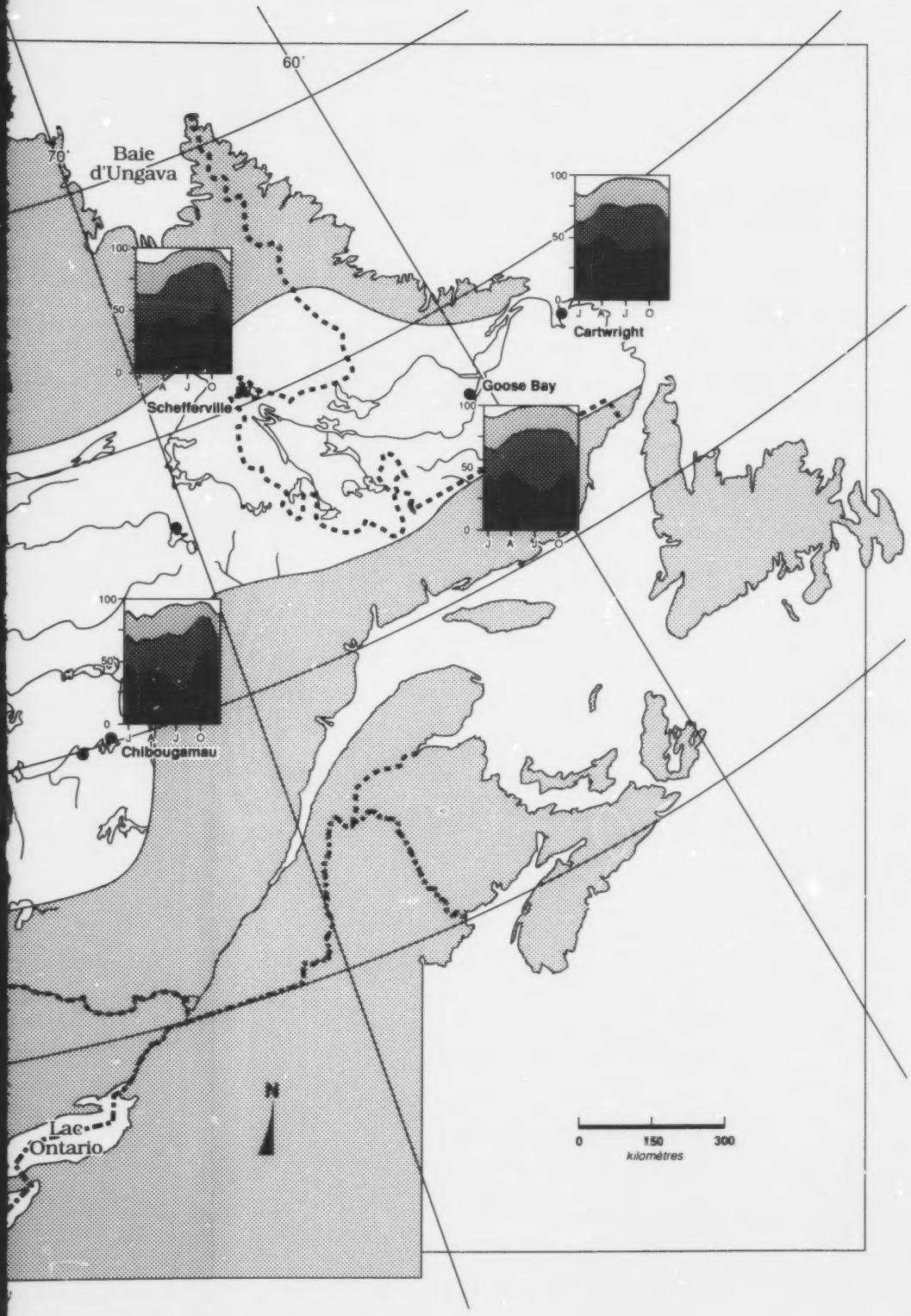
Les roses des vents peuvent donner une idée de la direction et de la vitesse locales des vents. La

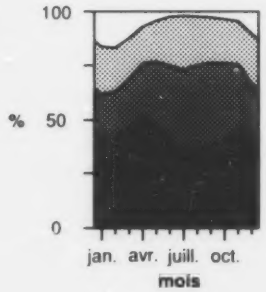

Baie d'Hudson
Baie d'Ungava
Baie James
Lac Supérieur
Lac Huron
Lac Michigan
Lac Ontario
Lac Érié
Churchill
Thompson
Big Trout Lake
Kuujjuarapik
Schefferville
Moosonee
Chibougamau
Kapuskasing
Kenora
100°
90°
80°
70°
60°
55°
50°
45°
J A J O
N

carte 23.1B

ZONE D'ÉTUDE DES TERRES HUMIDES DU NORD

Pourcentages de fréquence mensuelle des niveaux de nébulosité observés dans des stations climatologiques choisies

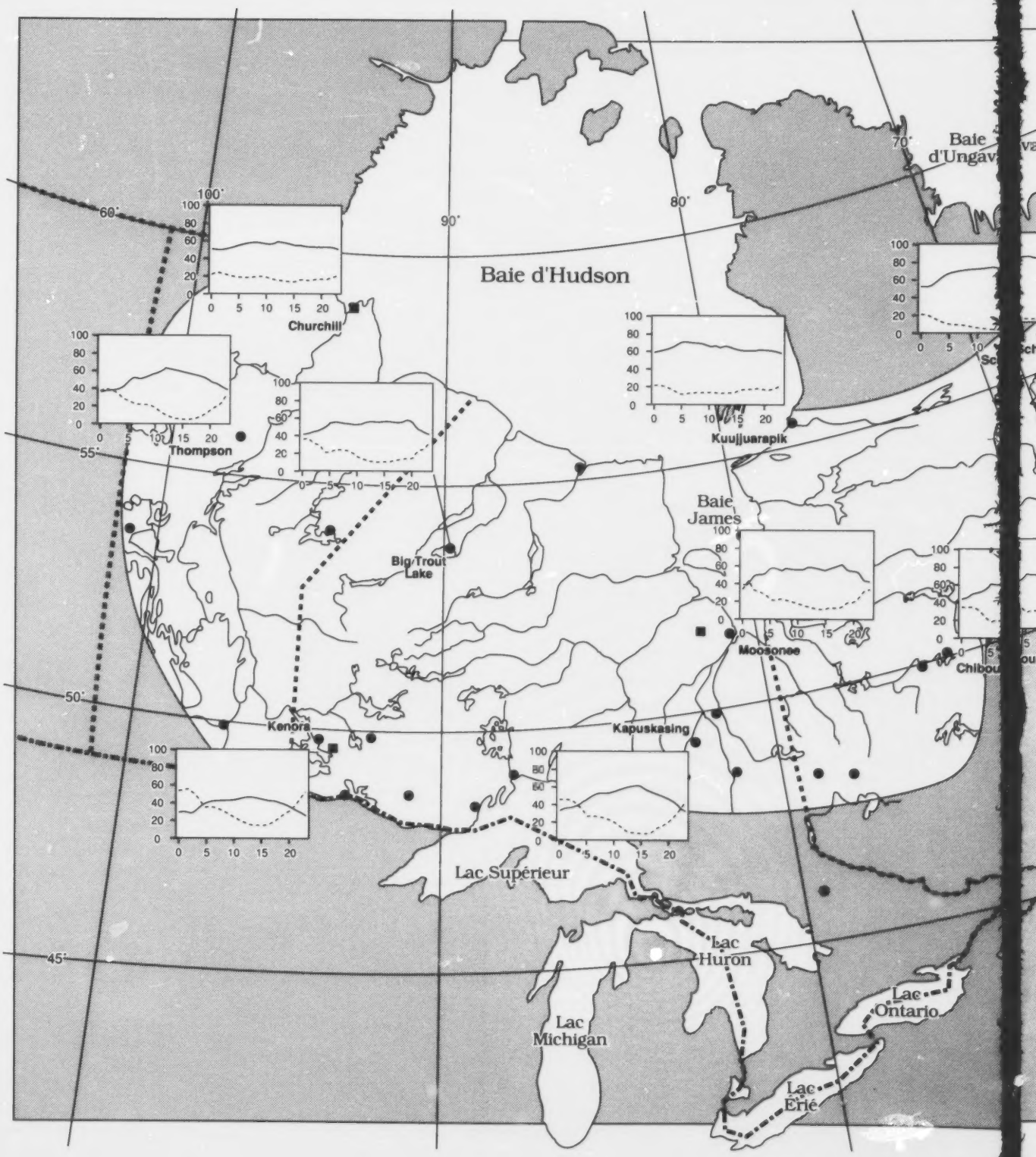


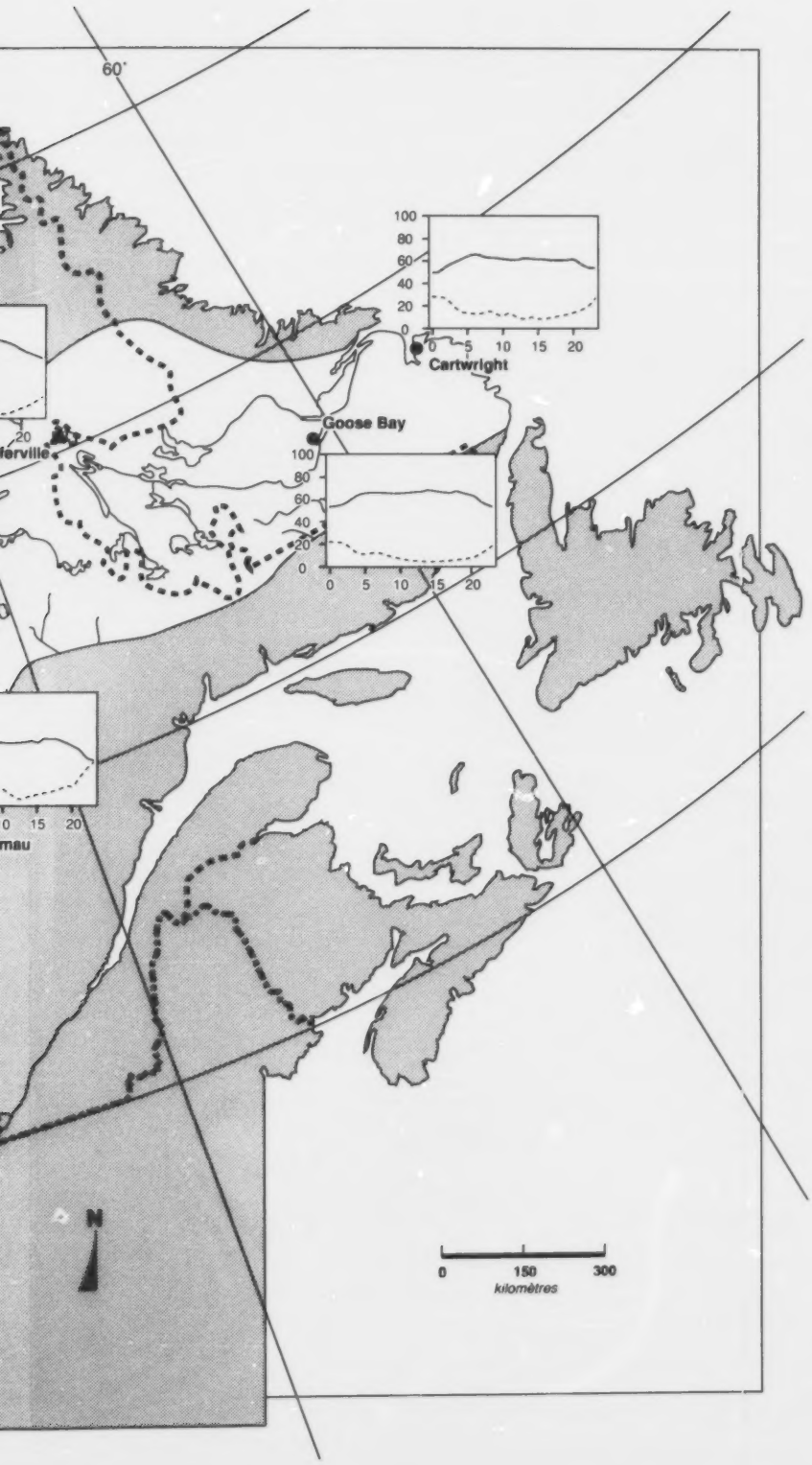


- ciel clair : 0 dixième de nébulosité
- nuages épars : de 1 à 5 dixièmes de nébulosité
- nuages fragmentés : de 6 à 9 dixièmes de nébulosité
- ciel couvert : 10 dixièmes de nébulosité

Source :
Centre climatologique canadien,
Archives nationales

Projection stéréographique polaire

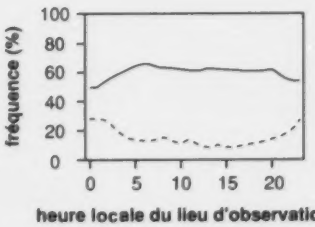

Baie d'Hudson
Baie d'Ungava
Baie James
Lac Supérieur
Lac Huron
Lac Michigan
Lac Ontario
Lac Érié
Churchill
Thompson
Big Trout Lake
Kenora
Kapuskasing
Moosonee
Kuujjuaraplk
60°
55°
50°
45°
100°
90°
80°
70°



carte 2.3.1C

ZONE D'ÉTUDE DES TERRES HUMIDES DU NORD

Pourcentages de fréquence horaire de ciel clair et de temps couvert en juillet

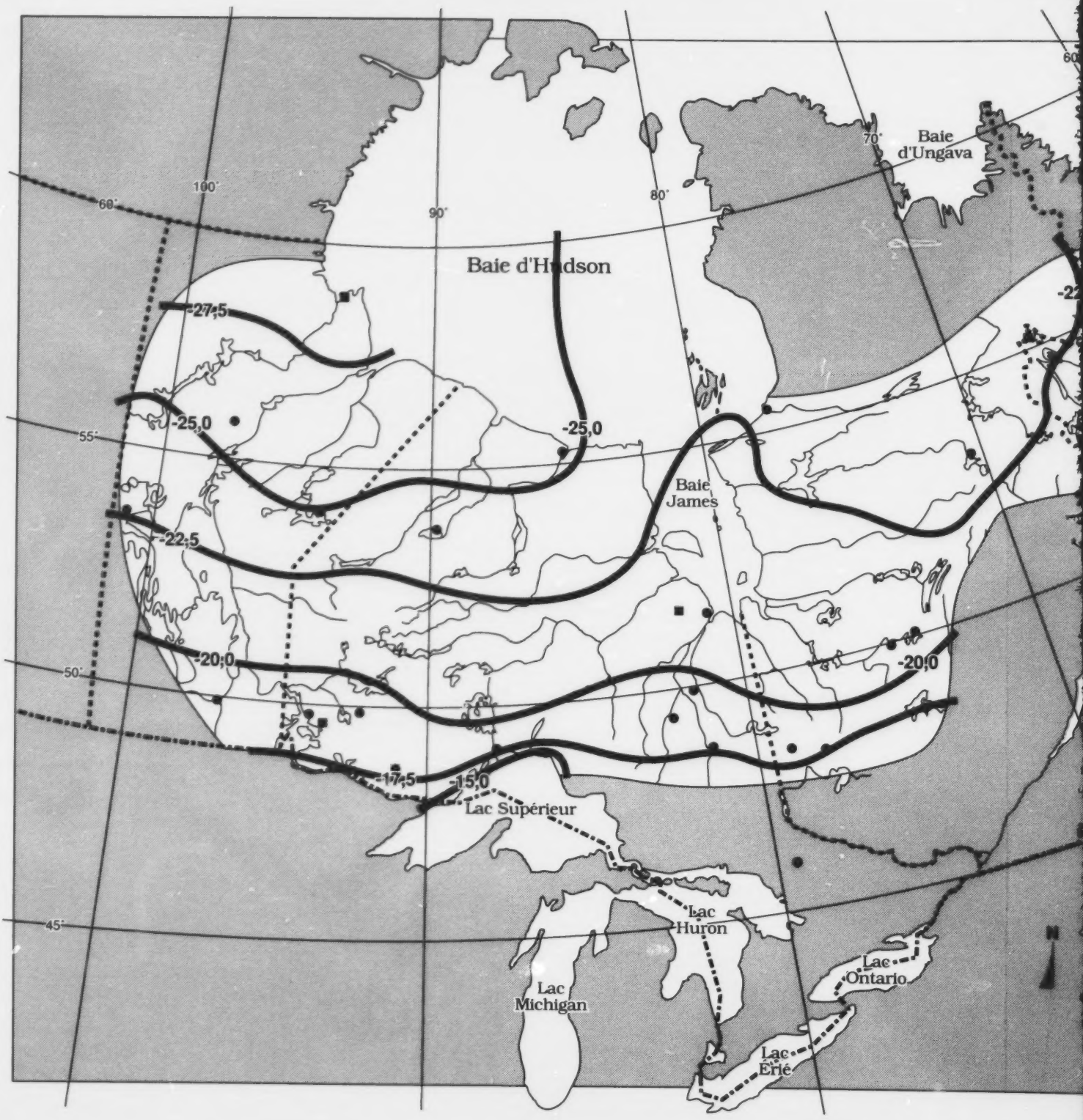


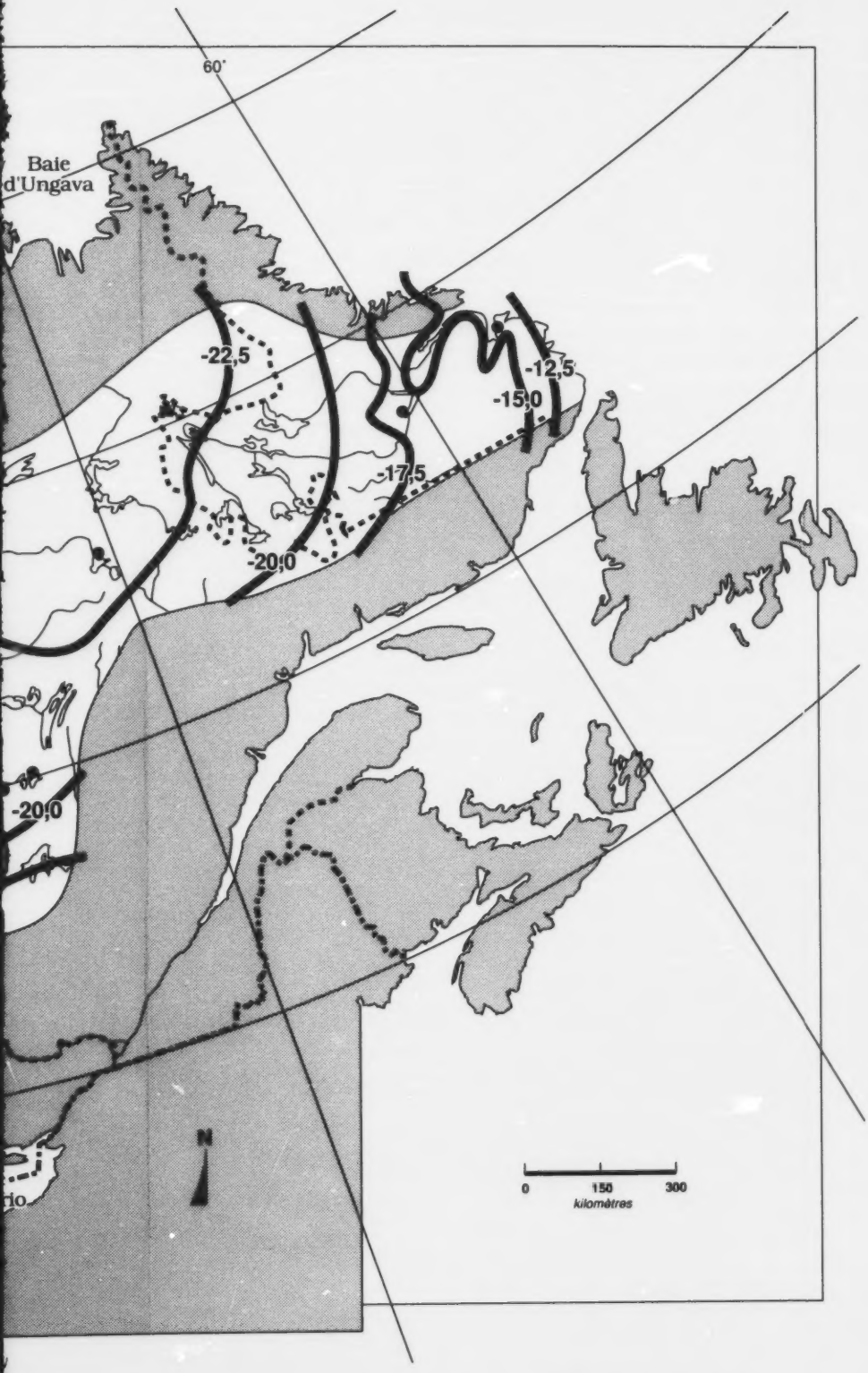
de 8 à 10 dixièmes de nébulosité (temps couvert)

de 0 à 2 dixièmes de nébulosité (ciel clair)

Source :
Centre climatologique canadien,
Archives nationales

Projection stéréographique polaire


Baie d'Ungava
Baie d'Hudson
Baie James
-27,5
-25,0
-25,0
-22,5
-20,0
-20,0
-17,5
-15,0
Lac Supérieur
Lac Huron
Lac Ontario
Lac Michigan
Lac Erié
60°
70°
80°
90°
100°
55°
50°
45°



carte 2.3.2A

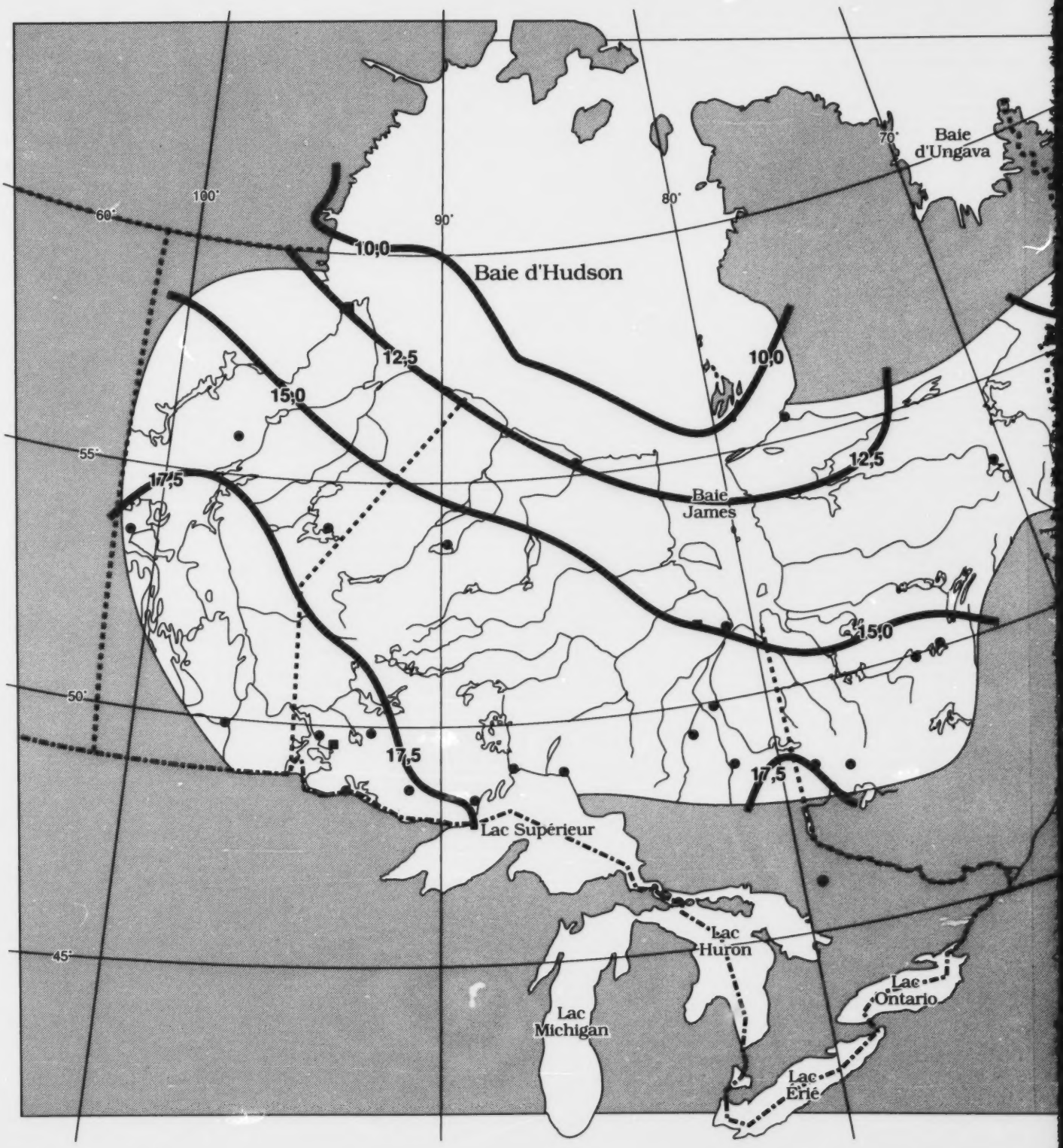
ZONE D'ÉTUDE DES TERRES HUMIDES DU NORD

Température moyenne quotidienne en janvier

température moyenne quotidienne en janvier (°C)

Source :
Atlas climatique Canada, 1/12 500 000
(Service de l'environnement atmosphérique, 1984)

Projection stéréographique polaire


Baie d'Ungava
Baie d'Hudson
Baie James
Lac Supérieur
Lac Huron
Lac Michigan
Lac Ontario
Lac Érié
10;0
12,5
15;0
17,5
60°
100°
90°
80°
70°
55°
50°
45°

carte 2.3.2B

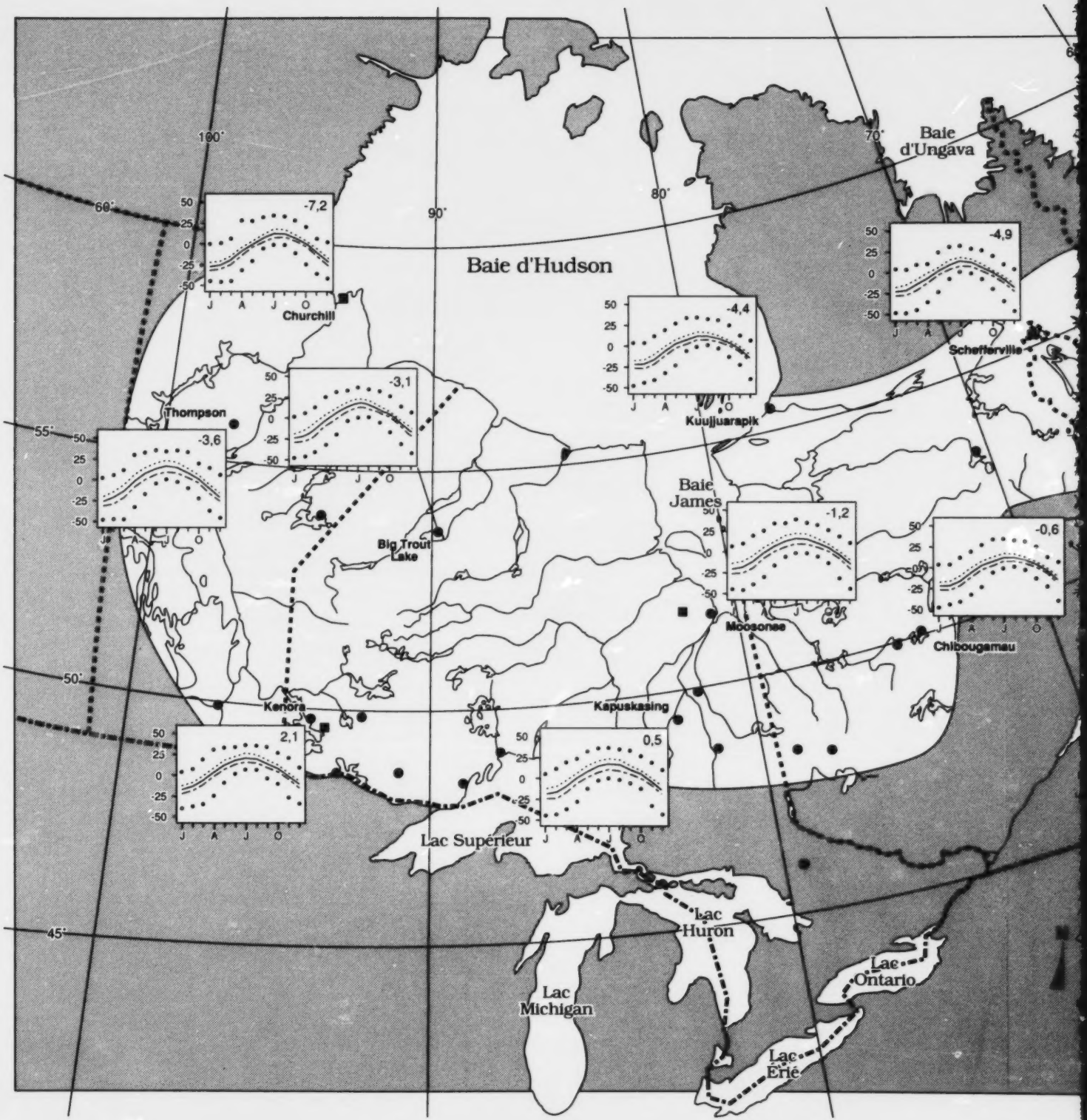
ZONE D'ÉTUDE DES TERRES HUMIDES DU NORD

Température moyenne quotidienne en juillet

température moyenne quotidienne en juillet (°C)

Source :
Atlas climatique Canada, 1/12 500 000
(Service de l'environnement atmosphérique, 1984)

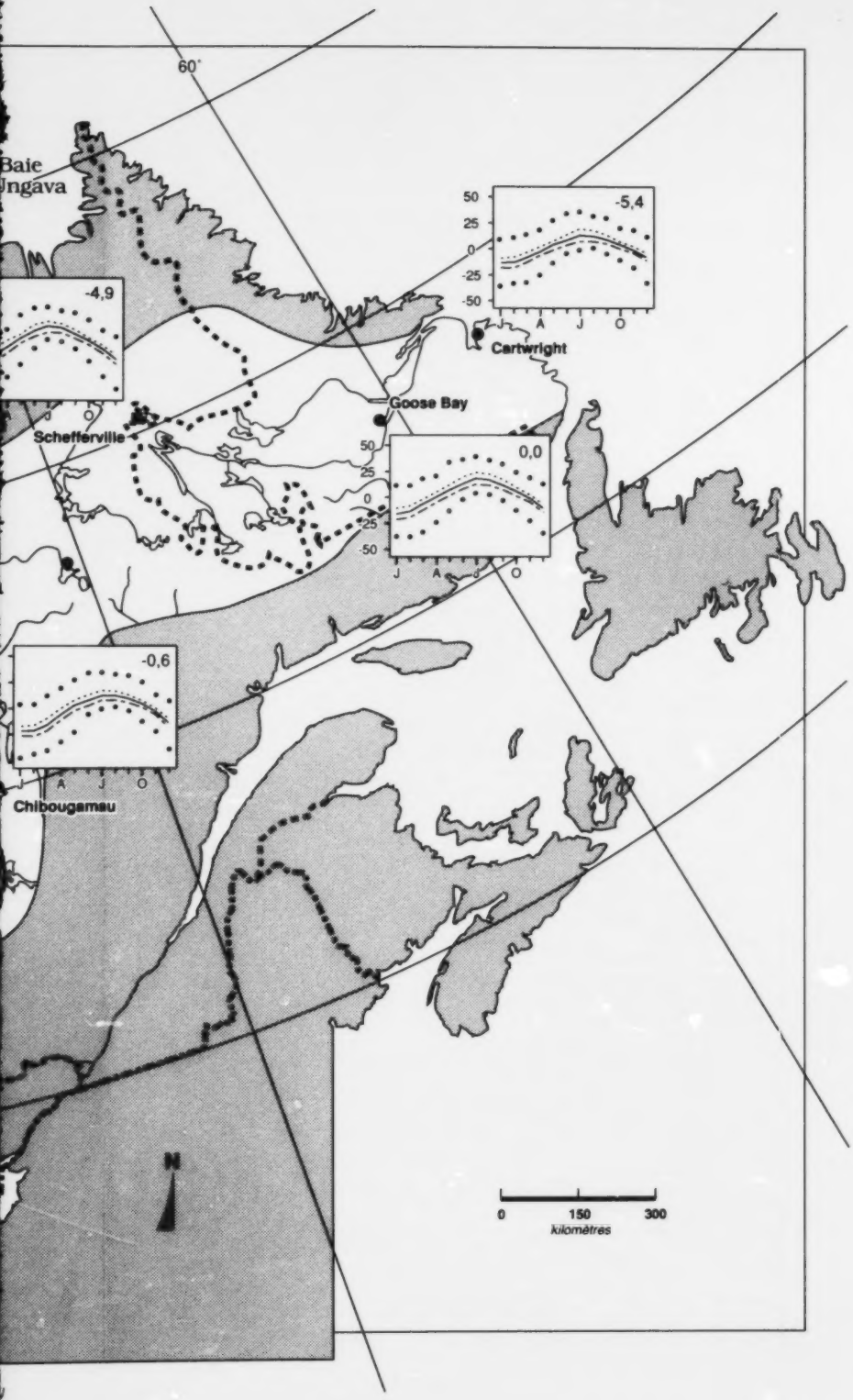
Projection stéréographique polaire

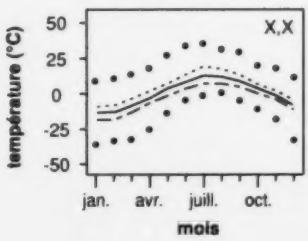

Baie d'Hudson
Baie d'Ungava
Baie James
Lac Supérieur
Lac Huron
Lac Michigan
Lac Ontario
Lac Érié
Churchill
-7,2
Thompson
-3,6
-3,1
Big Trout Lake
Kenora
2,1
Kuujjuarapik
-4,4
Schefferville
-4,9
Moosonee
-1,2
Chibougamau
-0,6
Kapuskasing
0,5
100°
90°
80°
70°
60°
55°
50°
45°
J A J O

carte 2.3.2C

ZONE D'ÉTUDE DES TERRES HUMIDES DU NORD

Statistiques de température moyenne mensuelle de l'air à des stations climatologiques choisies





X,X
température moyenne annuelle (°C)

.....
moyenne des températures maximales

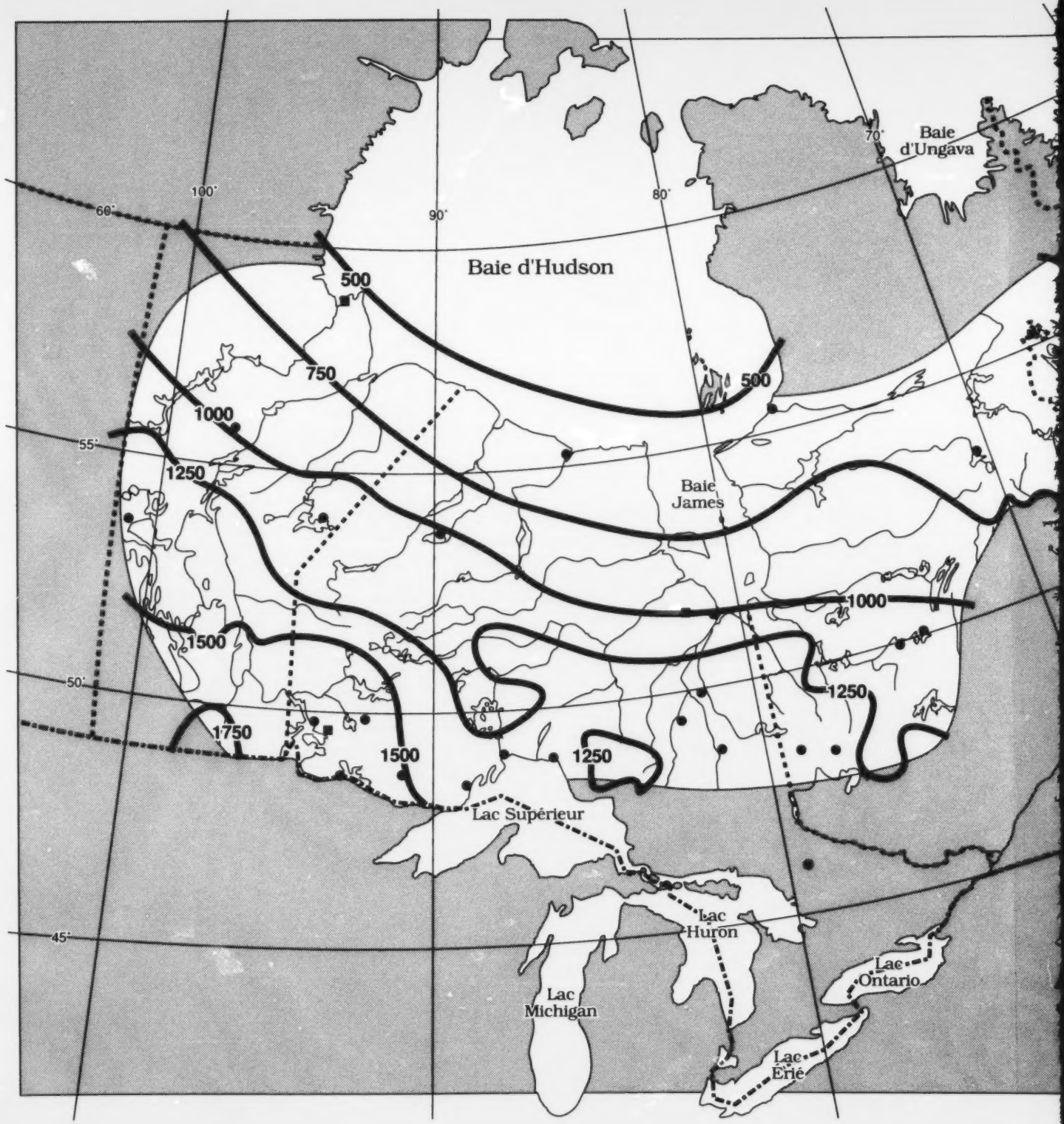
———
température moyenne

– – – –
moyenne des températures minimales

• • •
valeur extrême de température minimale ou maximale

Source :
Centre climatologique canadien,
Archives nationales

Projection stéréographique polaire


Baie d'Ungava
Baie d'Hudson
Baie James
Lac Supérieur
Lac Huron
Lac Michigan
Lac Ontario
Lac Érié
500
750
1000
1250
1500
1750
500
1000
1250
1500
1250
60°
55°
50°
45°
100°
90°
80°
70°

carte 2.3.3

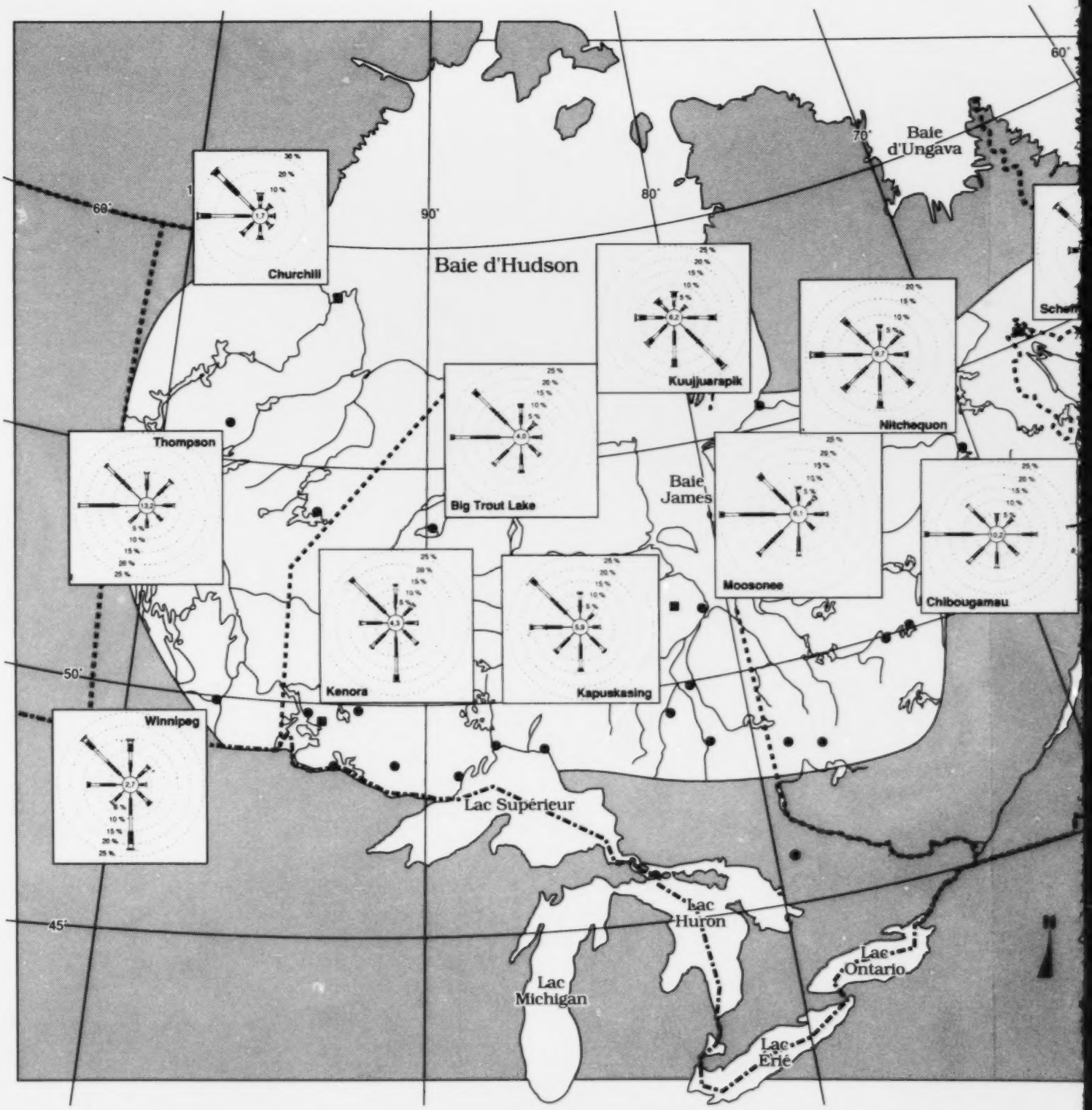
ZONE D'ÉTUDE DES TERRES HUMIDES DU NORD

Total annuel des degrés-jours de croissance supérieurs à 5 °C

total annuel des degrés-jours de croissance supérieurs à 5 °C

Source :
Atlas climatique Canada, 1/12 500 000
(Service de l'environnement atmosphérique, 1984)

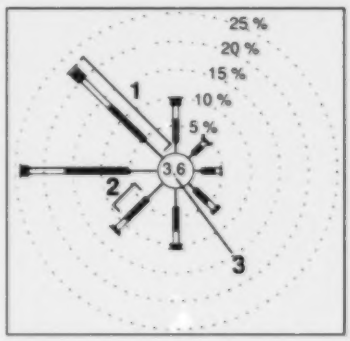
Projection stéréographique polaire


Baie d'Ungava
Baie d'Hudson
Baie James
Churchill
Kuujjuarapik
Nitchequon
Thompson
Big Trout Lake
Moosonee
Chibougamau
Kenora
Kapuskasing
Winnipeg
Lac Supérieur
Lac Huron
Lac Michigan
Lac Ontario
Lac Érié
60°
70°
80°
90°
50°
45°

carte 2.3.4A

ZONE D'ÉTUDE DES TERRES HUMIDES DU NORD

Fréquence des vitesses (en noeuds) des vents d'hiver selon la direction



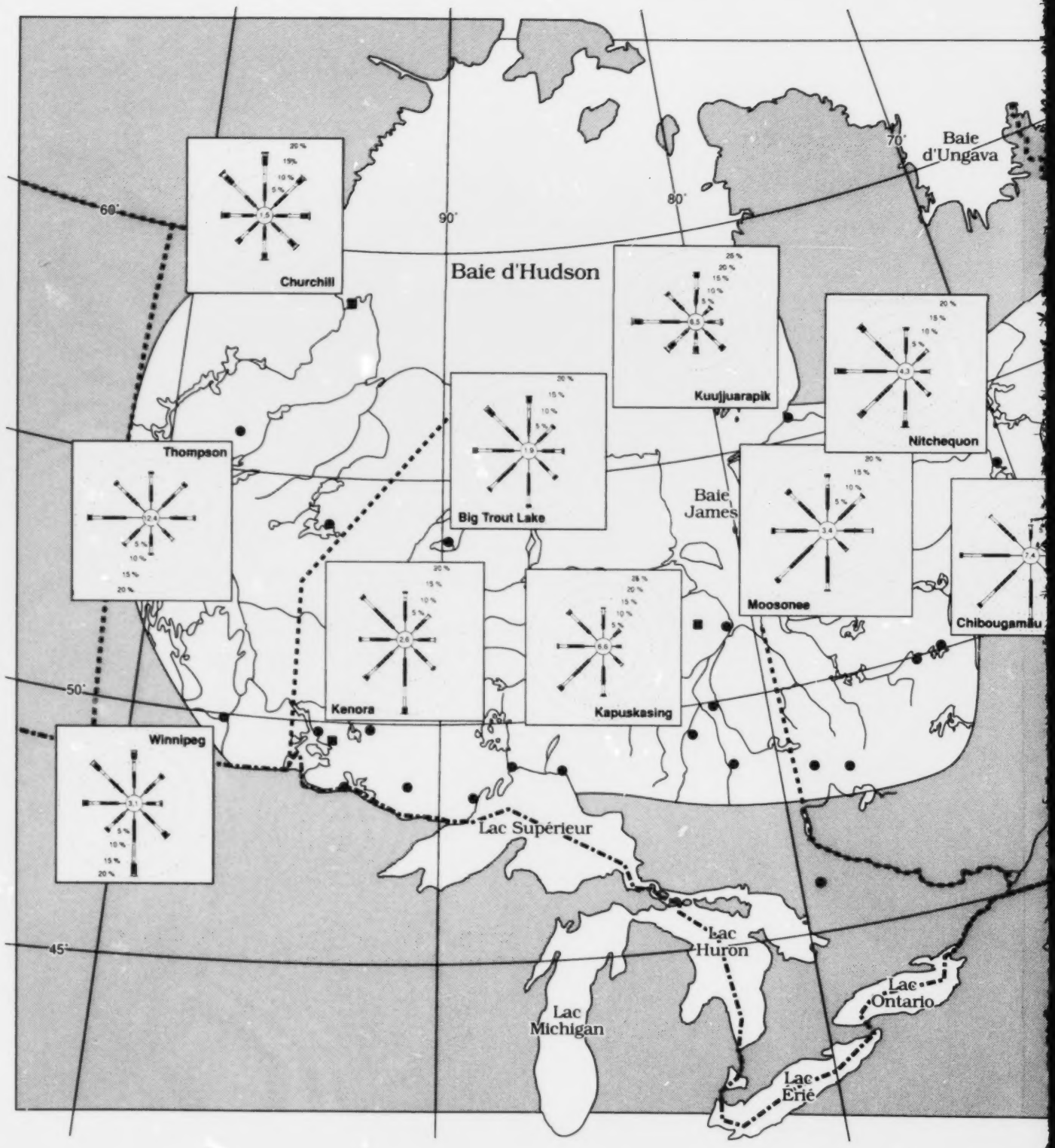
1 fréquence de direction des vents de toutes les classes de vitesse (ici, 23 % des vents soufflent du nord-ouest)

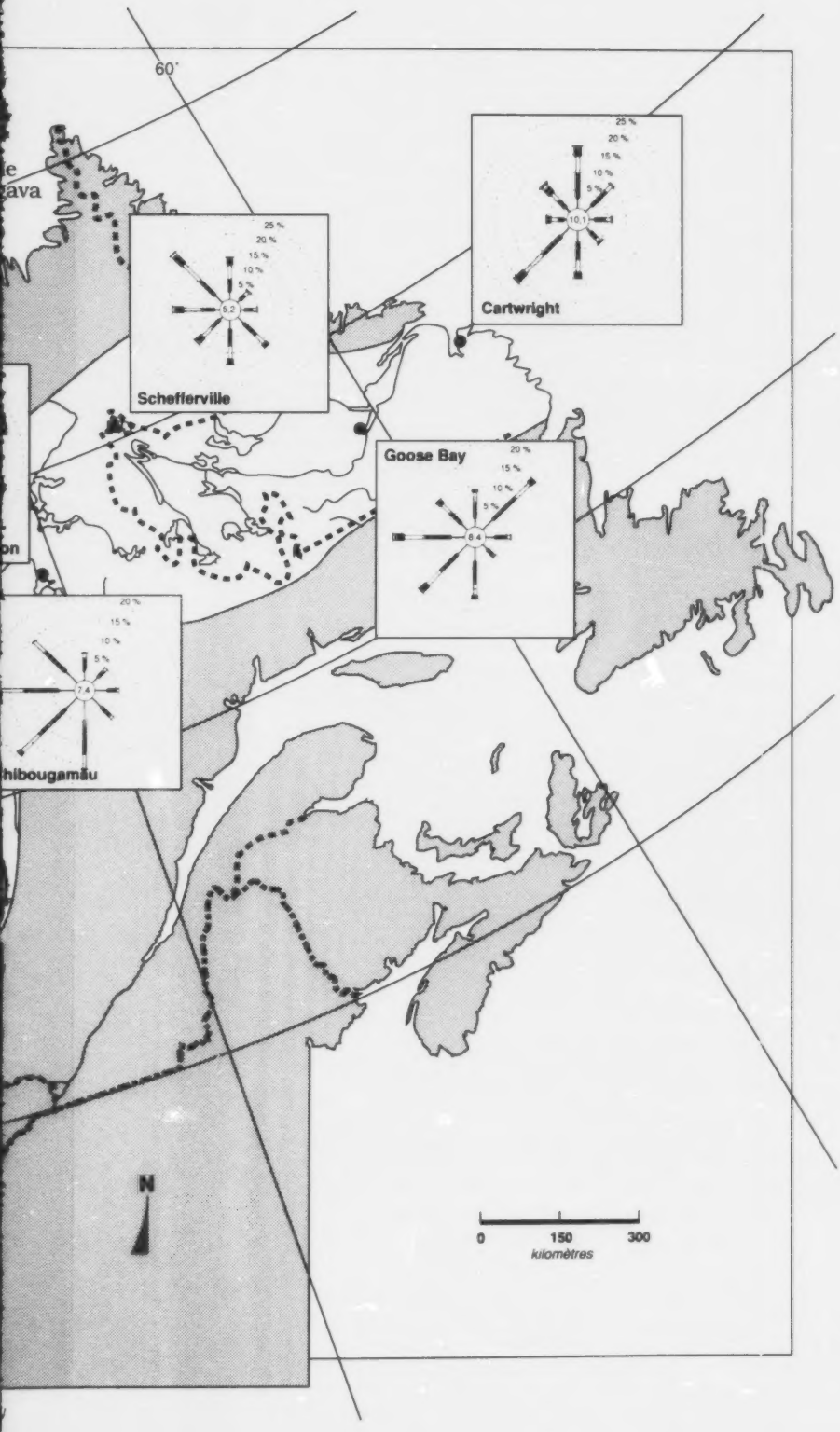
2 pourcentage de fréquence de la classe de 5 noeuds (ici, 5 % des vents soufflant du sud-ouest ont une vitesse de 5 à 10 noeuds)

3 pourcentage de fréquence de calme

Source
Centre climatologique canadien,
Archives nationales

Projection stéréographique polaire

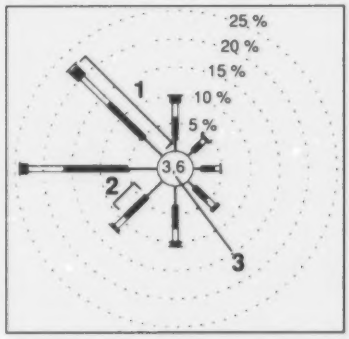

Baie d'Ungava
Baie d'Hudson
Baie James
Churchill
Kuujjuarapik
Nitchequon
Thompson
Big Trout Lake
Moosonee
Chibougamau
Kenora
Kapuskasing
Winnipeg
Lac Supérieur
Lac Huron
Lac Michigan
Lac Ontario
Lac Erié
60°
90°
80°
70°
50°
45°



carte 2.3.4B

ZONE D'ÉTUDE DES TERRES HUMIDES DU NORD

Fréquence des vitesses (en noeuds) des vents d'été selon la direction



1 fréquence de direction des vents de toutes les classes de vitesse (ici, 23 % des vents soufflent du nord-ouest)

2 pourcentage de fréquence de la classe de 5 noeuds (ici, 5 % des vents soufflant du sud-ouest ont une vitesse de 5 à 10 noeuds)

3 pourcentage de fréquence de calme

Source
Centre climatologique canadien,
Archives nationales

Projection stéréographique polaire

TABLEAU 2.3.2

Caractéristiques de la saison de croissance pour la période de 1951 à 1980

STATION	TOTAL MOYEN ANNUEL DES DEGRÉS-JOURS AU-DESSUS DE 5 °C	DURÉE MOYENNE ANNUELLE DE LA SAISON DE CROISSANCE (jours)	DÉBUT DE LA SAISON DE CROISSANCE	FIN DE LA SAISON DE CROISSANCE	MOYENNE ANNUELLE DES JOURNÉES SANS GEL (jours)
THOMPSON (MANITOBA)	995	119	10 MAI	5 SEPT.	124
CHURCHILL (MANITOBA)	555	101	15 JUIN	23 SEPT.	109
BIG TROUT LAKE (ONTARIO)	1049	136	16 MAI	28 SEPT.	139
KENORA (ONTARIO)	1672	165	26 AVRIL	7 OCT.	175
KAPUSKASING A (ONTARIO)	1339	134	5 MAI	15 SEPT.	150
MOOSONEE (ONTARIO)	1102	123	18 MAI	17 SEPT.	139
KUUJJUARAPIK (QUÉBEC)	548	118	6 JUIN	1er OCT.	120
CHIBOUGAMAU (QUÉBEC)	1159	133	9 MAI	18 SEPT.	150
SCHEFFERVILLE (QUÉBEC)	605	108	3 JUIN	18 SEPT.	113
GOOSE BAY (LABRADOR)	1022	135	21 MAI	2 OCT.	151
CARTWRIGHT (LABRADOR)	727	130	1er JUIN	8 OCT.	143

zone d'étude se trouve dans la zone des vents dominants de l'ouest, où les cyclones et les anticyclones migrateurs prédominent (Bryson et Hare, 1974). Toutefois, les roses des vents saisonniers montrent l'existence d'un certain nombre de directions prédominantes. La répartition des vents traduit la prédominance saisonnière des courants aériens du Pacifique, de l'Atlantique et de l'Arctique, que modifie l'influence locale de la topographie, de la végétation et de la présence de masses d'eau.

Les accidents de terrain influent considérablement sur les vents. Sur la côte, des brises de terre peuvent naître. Le vent est accéléré lorsqu'il s'engouffre dans les vallées et suit celles-ci. Le même phénomène se produit dans les localités où la friction est réduite, comme au-dessus de l'eau ou de la végétation basse. Le vent est au contraire ralenti par la friction accrue dans les régions montueuses ou très boisées.

2.3.5 PRÉCIPITATIONS

Le terme «précipitation» s'applique de façon générale à toutes les formes d'humidité qui tombent à la surface du sol : bruine, pluie, grêle et neige. Les précipitations sont un facteur important de l'existence et de l'évolution des terres humides car elles déterminent le bilan hydrique régional. Elles influent également sur la répartition et la croissance

de la végétation. La quantité de neige sur le sol intervient dans la formation du pergélisol et influe sur l'épaisseur de celui-ci. Les localités septentrionales exposées et exemptes de neige reposent généralement sur du pergélisol. L'épaisseur de la neige au sol donne une indication de la quantité de précipitation emmagasinée dans un bassin hydrographique et de ses répercussions éventuelles sur l'hydrologie au cours de la fonte printanière.

La hauteur moyenne annuelle de la précipitation totale pour la période de 1951 à 1980 est donnée sur la carte 2.3.5A. Cette valeur représente la somme de la quantité totale d'eau tombée sous forme de pluie et de l'équivalent en eau de la neige.

Sur la carte 2.3.5B, on présente la hauteur moyenne annuelle de neige (cm) ainsi que la moyenne des épaisseurs maximales de la couche de neige (cm). L'épaisseur de la neige au sol correspond à l'accumulation totale de neige sur le sol au cours d'une période donnée. La hauteur de neige est l'épaisseur de neige accumulée au cours d'une période d'observation (p. ex. horaire, synoptique). Dans les stations climatologiques, l'épaisseur (cm) de la neige fraîche est mesurée au moyen d'une règle à neige en plusieurs endroits représentatifs, à l'écart des secteurs exposés, ou balayés par les vents. L'équivalent en eau de la hauteur de neige (mm) est normalement estimé à 10 pour 100 de l'épaisseur de cette dernière, d'après la densité approximative de la neige. En réalité, les valeurs peuvent varier considérablement. On mesure l'équivalent en eau de la neige aux stations dotées de nivomètres à écran de Nipher. Les périodes pour lesquelles on a calculé la moyenne de ces deux paramètres diffèrent. La hauteur moyenne annuelle de neige a été établie d'après les observations effectuées de 1951 à 1980. La moyenne des épaisseurs maximales de la couche de neige a été déterminée d'après deux sources d'observations : les cheminements nivométriques, de 1961 à 1970, et les mesures de l'épaisseur aux stations météorologiques, de 1955 à 1972 (Pêches et Environnement Canada, 1978).

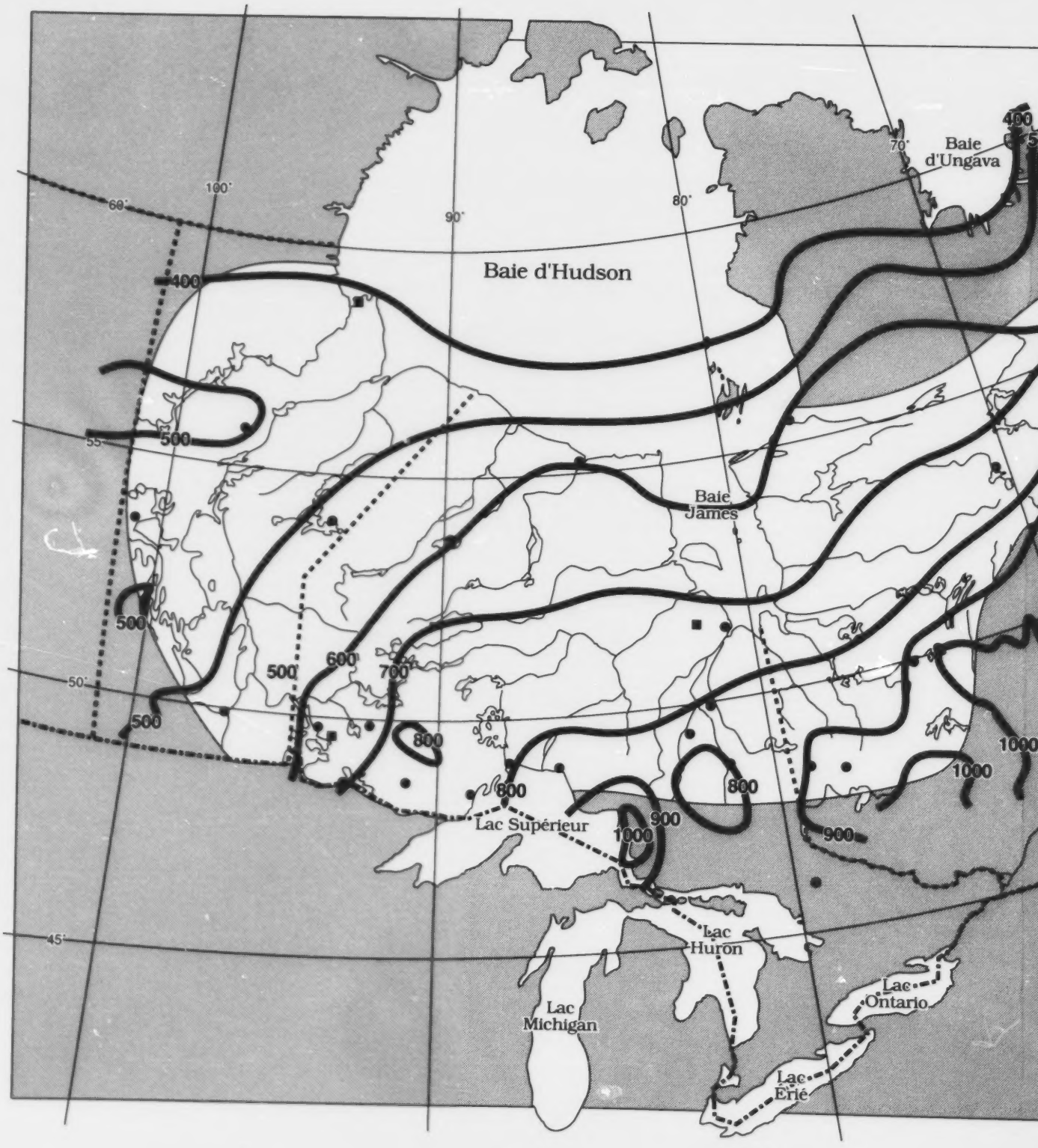
Dans le sud de la région représentée sur les cartes, les isohyètes sont plus dignes de confiance en raison de la densité du réseau d'observation, meilleure que dans le Nord. Les précipitations, particulièrement sous forme neigeuse, peuvent être sous-estimées en raison de la quantité de neige qui n'a pu être recueillie sous l'effet de vents puissants dans les stations d'observation exposées (Goodison, 1978 et 1981).

La répartition et les caractéristiques des précipitations sont déterminées par des facteurs tels que la circulation atmosphérique, la topographie, l'orientation et le relief, le cycle radiatif journalier, les caractéristiques de la surface et la proximité de grandes masses d'eau. En automne ou en hiver, lorsque l'air est plus froid que l'eau, les masses d'eau favorisent la précipitation. Elles tendent au contraire à les empêcher à la fin du printemps et en été, alors que l'air est plus chaud que l'eau. Ces processus déterminent l'existence d'une zone de précipitations neigeuses sur la côte orientale de la baie d'Hudson. On observe également de fortes chutes de neige sur la côte nord du Labrador lorsque des courants aériens instables proviennent de la mer du Labrador.

Dans la zone d'étude, les précipitations sont régulières, abondantes et bien réparties d'une saison à l'autre. La partie la plus sèche est le nord-ouest du Manitoba, où s'exercent les vestiges de l'influence des Prairies. La hauteur totale des précipitations s'accroît de façon constante vers le sud-est à partir de cette région. Elle culmine dans une bande qui court le long de la rive nord du Saint-Laurent. L'eau de précipitation provient du Pacifique, de l'Atlantique et du Golfe du Mexique.

Dans l'est de la zone d'étude, les précipitations neigeuses sont plus fortes que dans l'ouest (carte 2.3.5B). En effet, dans l'intérieur du continent, l'humidité atmosphérique est insuffisante pour déterminer des chutes de neige considérables (Hare et Hay, 1970). Du côté du lac Supérieur qui se trouve sous le vent ainsi que dans les hautes-terres laurentiennes, la neige est plus abondante. La variabilité de la hauteur de neige d'une année à l'autre est déterminée par la fréquence et l'origine des dépressions hivernales ainsi que par leur trajectoire (Wilson, 1973).

Dans la zone d'étude, les températures demeurent sous le point de congélation pendant la plus grande partie de l'hiver, ce qui retarde la fonte et permet l'accumulation de la neige durant toute la saison. Le type de végétation, l'abondance de cette dernière, les vents et la topographie contribuent à la répartition variable de la neige (McKay et Findlay, 1971). Les régions accusant des accumulations importantes sont habituellement celles qui reçoivent de fortes bordées précoces, et où les températures


Baie d'Ungava
Baie d'Hudson
Baie James
Lac Supérieur
Lac Huron
Lac Michigan
Lac Ontario
Lac Érié
400
500
600
700
800
900
1000
60°
55°
50°
45°
100°
90°
80°
70°

carte 2.3.5A

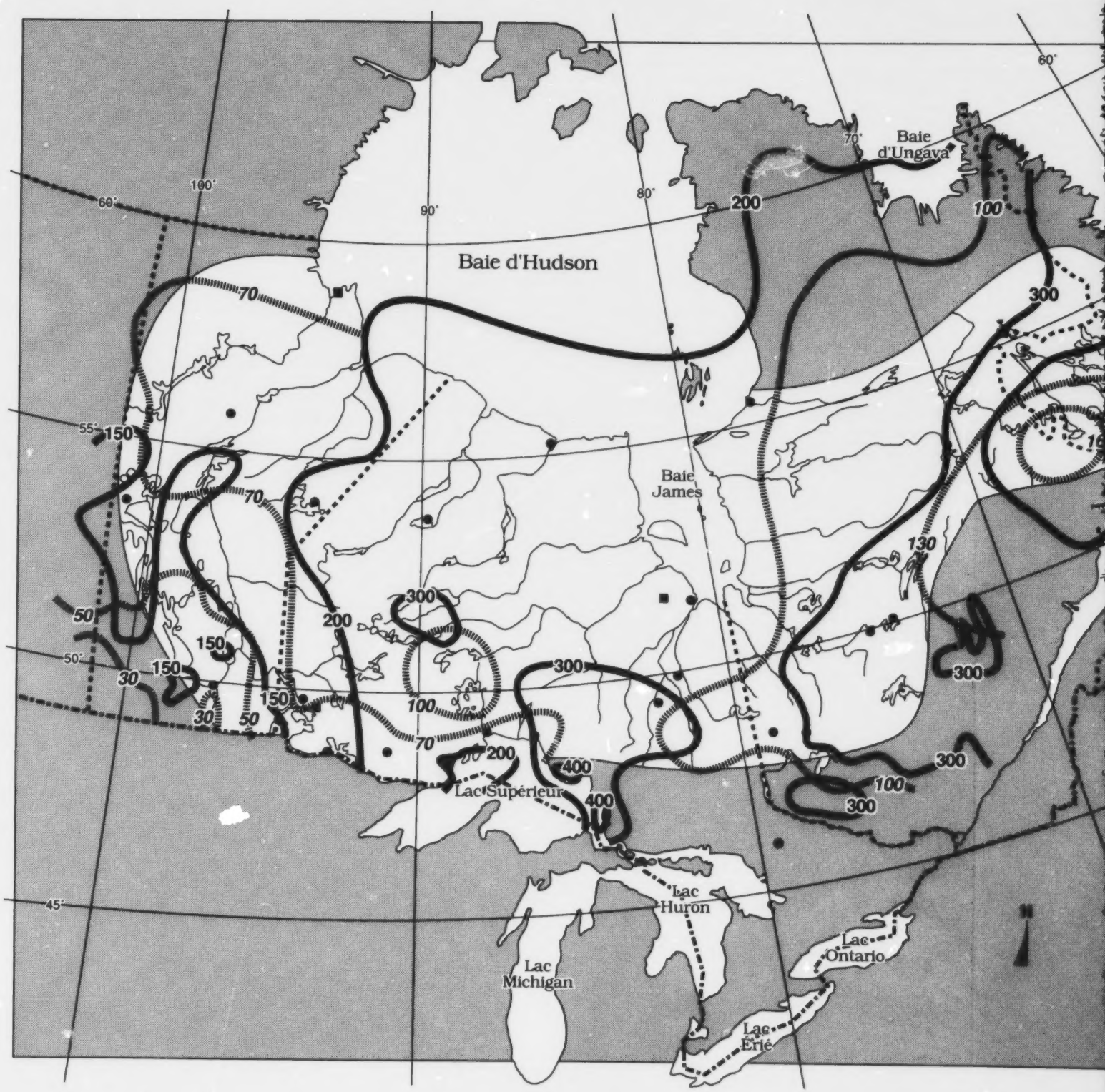
ZONE D'ÉTUDE DES TERRES HUMIDES DU NORD

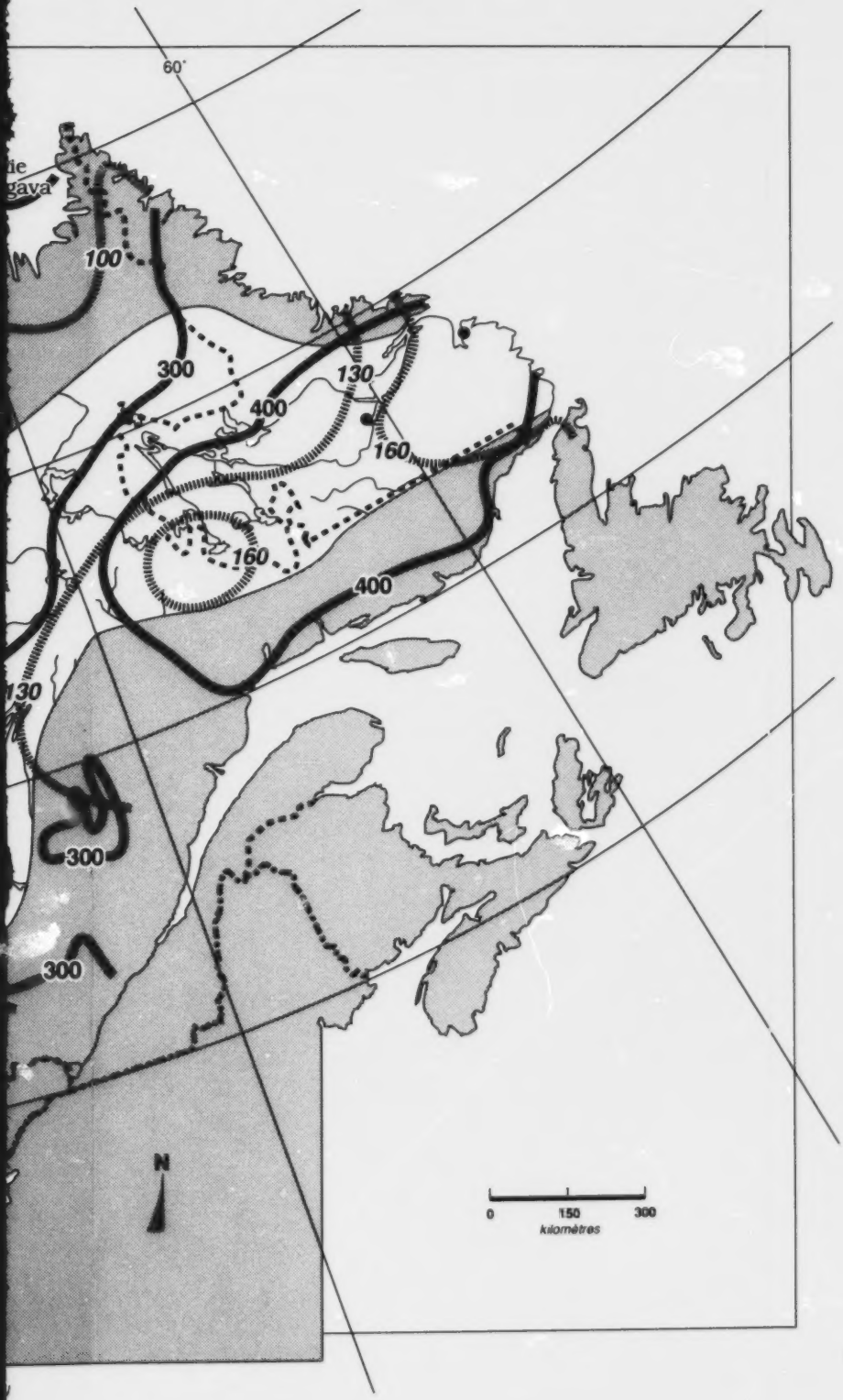
Hauteur moyenne annuelle de la précipitation totale

Hauteur moyenne annuelle de la précipitation totale (mm)

Source :
Atlas climatique Canada, 1/12 500 000
(Service de l'environnement atmosphérique, 1986)

Projection stéréographique polaire


Baie d'Hudson
Baie d'Ungava
Baie James
Lac Supérieur
Lac Huron
Lac Michigan
Lac Ontario
Lac Érié
60°
70°
80°
90°
100°
55°
50°
45°
200
100
300
70
150
50
30
130
400



carte 2.3.5B

ZONE D'ÉTUDE DES TERRES HUMIDES DU NORD

Hauteur moyenne annuelle de neige et moyenne des épaisseurs maximales de neige

hauteur moyenne annuelle de neige fraîche (cm)

moyenne des épaisseurs maximales de la couche de neige (cm)

Sources :
Atlas hydrologique du Canada, 1/10 000 000
(Pêches et Environnement Canada, 1978)

Atlas climatique Canada, 1/12 500 000
(Service de l'environnement atmosphérique, 1986)

Projection stéréographique polaire

sont constamment sous le point de congélation. La plus grande épaisseur de la couverture de neige dans l'est retarde le réchauffement par l'insolation printanière et contribue à l'extension méridionale des zones arctiques et boréales de végétation (Hare et Thomas, 1979).

En général, de 5 à 10 jours après la chute de la température moyenne quotidienne sous 0 °C, la couverture de neige devient continue. La fonte commence à la date où cette température remonte à 0 °C, ou un peu avant. Elle peut être terminée au bout de 2 à 4 semaines. Ce délai dépend des éventuelles précipitations neigeuses, de la nébulosité et du temps qu'il fait en général (Hare et Hay, 1970).

Les graphiques de la précipitation mensuelle totale (carte 2.3.5C) dans 11 stations choisies permettent de comparer les caractéristiques des précipitations régionales. Pour toutes les stations sauf Thompson, au Manitoba, les données correspondent à la période de 1951 à 1980. Dans le cas de Thompson, elles se rapportent à la période de 1967 à 1980. Les données montrent l'accroissement de la précipitation totale du nord-ouest vers le sud-est. À Churchill (Manitoba), la hauteur moyenne annuelle de la précipitation totale est de 402,3 mm, alors que, dans l'est, à Goose Bay (Labrador) et à Chibougamau (Québec), elle est respectivement de 946,1 et de 1 000,0 mm. Les précipitations sous forme de neige constituent 48 pour 100 (Schefferville, au Québec) à 28 pour 100 (Kenora, en Ontario) de la précipitation totale. Dans toutes les stations, sauf à Goose Bay (Labrador), les précipitations sont maximales en été et minimales en hiver. L'hiver et l'été comportent pratiquement un nombre égal de journées de précipitation (SEA, 1982a, b, c et d). Toutefois, la hauteur totale des précipitations est plus grande en été.

2.3.6 BIBLIOGRAPHIE

Bryson, R.A. et F.K. Hare. 1974. The climates of North America. Dans *Climates of North America, World Survey of Climatology Volume 11*, R.A. Bryson et F.K. Hare (directeurs de la publication), Elsevier Scientific Publishing Co., N.Y., p. 1-48.

Chang, Jen-Hu. 1970. Potential photosynthesis and crop productivity. *Annals of the Association of American Geographers*, 60, p. 92-101.

Chapman, L.J. et M.D. Thomas. 1968. The Climate of Northern Ontario. Direction de la météorologie, ministère des Transports, Études climatologiques, nº 6, 58 p.

Danielson, E.W. 1969. The surface heat budget of Hudson Bay. Université McGill, Marine Sciences Manuscript Rep. No. 9, 196 p.

Goodison, B.E. 1978. Accuracy of Canadian snow gauge measurements. *J. Applied Meteorology*, 17(10), p. 1542-1548.

Goodison, B.E. 1981. Compatibility of Canadian snowfall and snow cover data. *Water Resources Res.*, 17(4), p. 893-900.

Hare, F.K. 1950. Climate of the Eastern Canadian Arctic and Sub-arctic, with Special Reference to Northern Quebec, Labrador, Newfoundland and the Surrounding Seas. Thèse de doctorat, Université McGill, 315 p.

Hare, F.K. et J.E. Hay. 1974. The climate of Canada and Alaska. Dans *Climates of North America, World Survey of Climatology Volume 11*. R.A. Bryson et F.K. Hare (directeurs de la publication), Elsevier Scientific Publishing Co., N.Y., p. 49-192.

Hare, F.K. et R.W. Longley. 1953. The Climate of Quebec and Labrador. Direction de la météorologie, ministère des Transports, Toronto, 134 p.

Hare, F.K. et J.C. Ritchie. 1972. The boreal bioclimates. *The Geographical Review*, 62(3), p. 333-365.

Hare, F.K. et M.K. Thomas. 1979. *Climate Canada*. 2e édition. Wiley Publications of Canada Ltd., Toronto, 230 p.

Hay, J.E. 1970. Aspects of the Heat and Moisture Balance of Canada. Thèse de doctorat, Université de Londres, 307 p.

Hay, J.E. 1977. Analyse de données sur le rayonnement solaire pour des sites sélectionnés au Canada. Ministère des Approvisionnements et Services. Hull (Qc). Service de l'environnement atmosphérique, Pêches et Environnement Canada, Études climatologiques, nº 32, 160 p.

Hutton, C.L.A. et W.A. Black. 1975. Bassin arctique de l'Ontario. Direction générale des terres, Environnement Canada, Dossier cartographique 2, 107 p.

Kendrew, W.G. et B.W. Currie. 1955. The Climate of Central Canada - Manitoba, Saskatchewan, Alberta and the Districts of Mackenzie and Keewatin. Imprimeur de la Reine, Ottawa, 194 p.

Longley, R.W. 1972. The Climate of the Prairies Provinces. Service de l'environnement atmosphérique, Environnement Canada, Toronto. Études climatologiques, n° 13, 79 p.

McKay, G.A. et Findlay, B.F. 1971. Variation of snow resources with climate and vegetation in Canada. Actes, 39th Western Snow Conference, Billings (Montana), du 20 au 22 avril 1971, p. 17-26.

Monteith, J.L. 1965. Light distribution and photosynthesis in field crops. *Annals of Botany, new series*, 29, p. 17-37.

Pêches et Environnement Canada. 1978. *Atlas hydrologique du Canada*. Approvisionnemetns et Services Canada, Ottawa.

Potter, J.G. 1965. Snow Cover. Direction de la météorologie, ministère des Transports, Études climatologiques, n° 3, 69 p.

Robertson, G.W. 1966. The light composition of solar and sky spectra available to plants. *Ecology*, 47(4), p. 640-643.

Service de l'environnement atmosphérique. 1982a. Normales climatiques au Canada, 1951-80, Températures et précipitations - Québec. Approvisionnements et Services Canada, Ottawa, 216 p.

Service de l'environnement atmosphérique. 1982b. Normales climatiques au Canada, 1951-80, Températures et précipitations - Provinces de l'Atlantique. Approvisionnements et Services Canada, Ottawa, 136 p.

Service de l'environnement atmosphérique. 1982c. Normales climatiques au Canada, 1951-80, Températures et précipitations - Province des Prairies. Approvisionnements et Services Canada, Ottawa, 429 p.

Service de l'environnement atmosphérique. 1982d. Normales climatiques au Canada, 1951-80, Températures et précipitations - Ontario. Approvisionnements et Services Canada, Ottawa, 254 p.

Service de l'environnement atmosphérique. 1982e. Normales climatiques au Canada, 1951-80, Volume 4 - Degrés-jours. Approvisionnements et Services Canada, Ottawa, 280 p.

Service de l'environnement atmosphérique. 1982f. Normales climatiques au Canada, 1951-80, Volume 5 - Vent. Approvisionnements et Services Canada, Ottawa, 283 p.

Service de l'environnement atmosphérique. 1984. *Climatic Atlas Climatique - Canada*. Série de cartes n° 1 - Température et degrés-jours. Approvisionnements et Services Canada, Ottawa.

Service de l'environnement atmosphérique. 1986. *Climatic Atlas Climatique - Canada*. Série de cartes n° 2 - Précipitation. Approvisionnements et Services Canada, Ottawa.

Thomas, M.K. 1953. Climatological Atlas of Canada. Division des recherches en bâtiment (Conseil national de recherches) et Division de la météorologie (ministère des Transports. Conseil national de recherches, n° 3151, Ottawa. 253 p.

Thompson, H.A. 1968. The climate of Hudson Bay. Dans *Science, History and Hudson Bay, Vol. 1*. C.S. Beals (directeur de la publication), ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, Imprimeur de la Reine, Ottawa, p. 263-286.

Titus, R.L. et E.J. Truhlar. 1969. A New Estimate of Average Global Solar Radiation in Canada. Direction de la météorologie, ministère des Transports, CLI 7-69, 26 p.

Wilson, C.V. 1973. Le climat du Québec. Deuxième partie : Mise en application des renseignements climatologiques. Service de l'environnement atmosphérique, Environnement Canada, Études climatologiques, n° 11, 100 p.

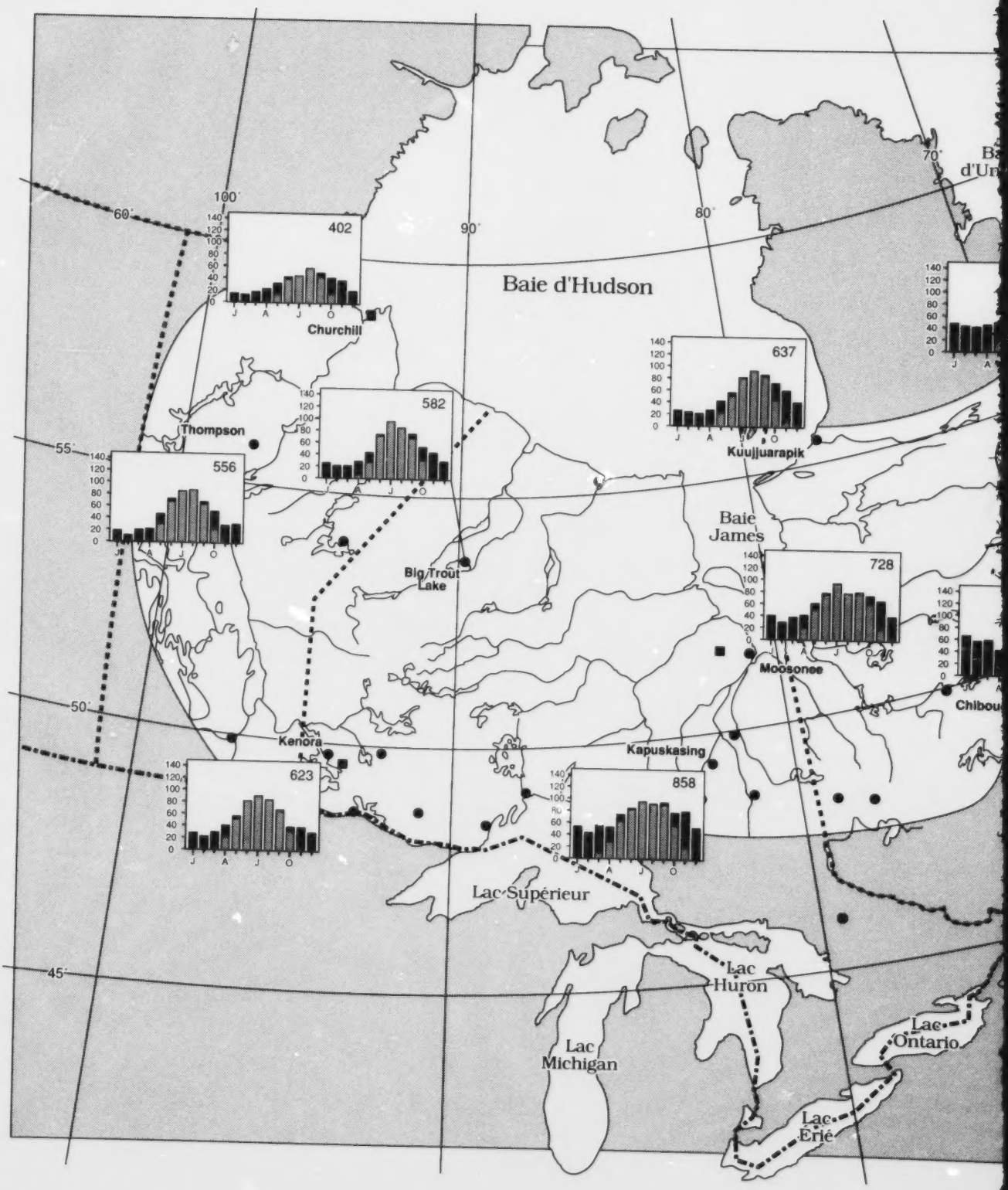
Wilson, C.V. 1975. Le climat du Québec, notes sur les échanges d'énergie. Service de l'environnement atmosphérique, Environnement Canada, Études climatologiques, n° 23, 124 p.

2.4 CHIMIE ATMOSPHÉRIQUE

L'activité biologique des micro-organismes transforme les terres humides en sources et en puits de gaz atmosphériques. L'environnement chimique où s'épanouissent les biotes terrestres peut influencer l'échange de gaz entre la surface et l'atmosphère. Par exemple, l'apport d'azote et de phosphate aux terres humides du Nord, qui souffrent généralement d'une carence de ces éléments nutritifs, peut stimuler la production biologique et augmenter ainsi la production de gaz.

2.4.1 ÉMISSIONS ET DÉPOT DE SO_2, DE NO_x ET DE LEURS PRODUITS DE RÉACTION

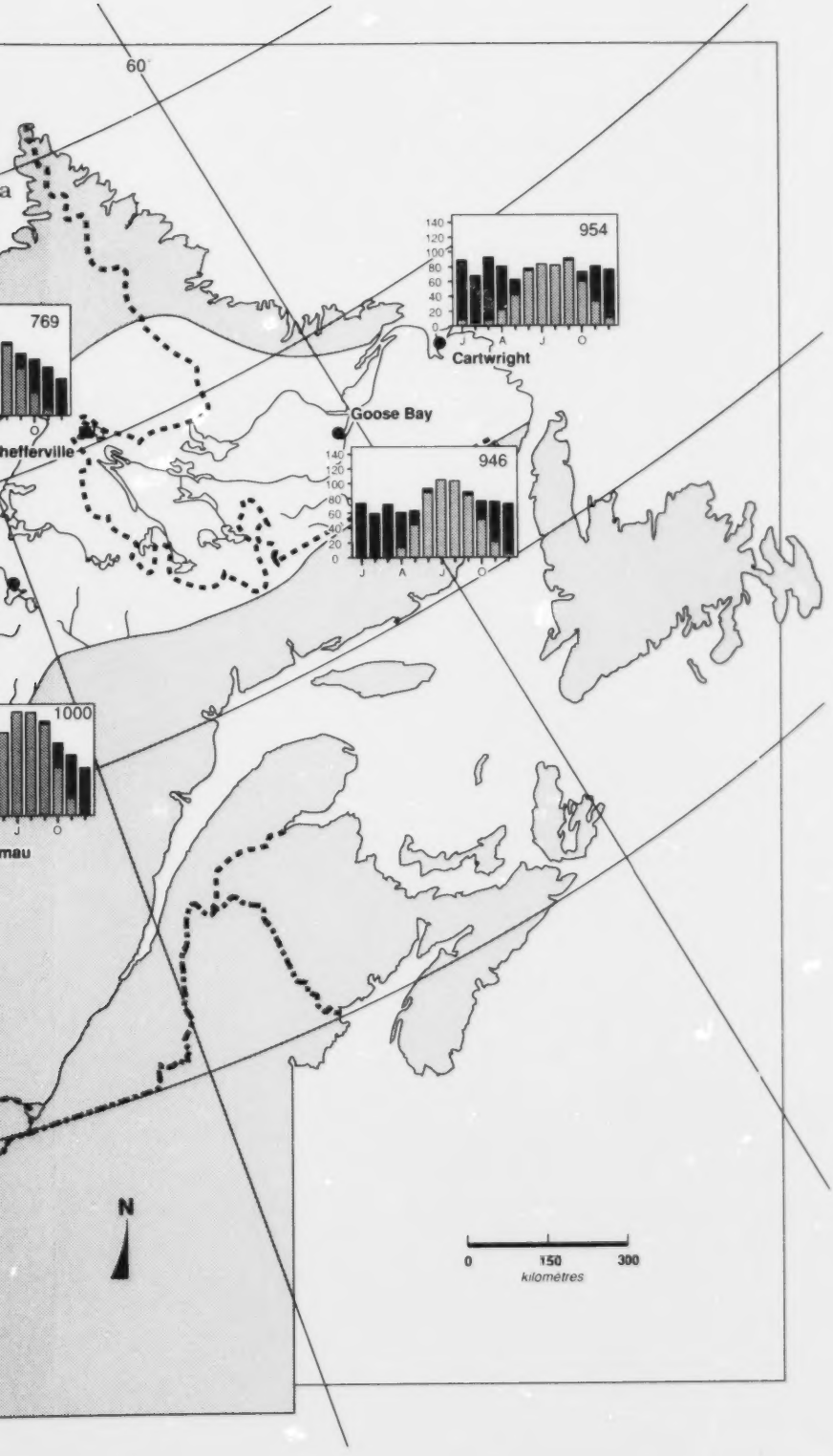
Le vent transporte les émissions de dioxyde de soufre (SO_2) et d'oxydes d'azote (NO_x), ainsi que leurs produits atmosphériques de transformation chimique (sels acides de sulfate et de nitrate), et les dépose à la surface de la terre, soit par interaction

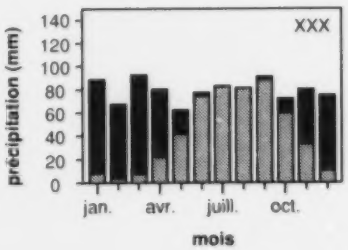

Baie d'Hudson
Baie James
Churchill
402
Thompson
582
556
637
Kuujjuarapik
Big Trout Lake
728
Moosonee
Kenora
623
Kapuskasing
858
Lac Supérieur
Lac Huron
Lac Michigan
Lac Ontario
Lac Érié
60°
55°
50°
45°
100°
90°
80°
70°

carte2350

ZONE D'ÉTUDE DES TERRES HUMIDES DU NORD

Hauteur moyenne mensuelle de la précipitation totale dans des stations climatologiques choisies





XXX hauteur de la précipitation totale (mm)

équivalent en eau de la hauteur de neige (mm)

hauteur de pluie (mm)

Source
Service de l'environnement atmosphérique, 1982 a,b,c,d

Projection stéréographique polaire

directe (dépôt sec), soit par l'intermédiaire de la pluie ou de la neige (dépôt humide).

Les régions de terres humides du Canada ne sont pas totalement à l'abri des activités humaines. La transmission atmosphérique des émissions nord-américaines d'oxydes de soufre et d'azote (carte 2.4.1) peut accroître les apports naturels de façon importante dans les parties méridionale et orientale des terres humides de l'est de l'Amérique du Nord. La réalité de ce phénomène est illustrée sur la carte 2.4.2, qui indique les apports annuels, dans les régions de terres humides, d'acides, de nitrates, d'ammonium et de sulfates déposés par la pluie et la neige (informations compilées d'après la base nationale de données sur la chimie atmosphérique).

Le mesurage et l'estimation des émissions incombent aux organismes de lutte contre la pollution des états et des provinces. Les organismes fédéraux de protection de l'environnement combinent ensuite ces renseignements pour produire des estimations à l'échelle du pays. Afin de permettre la modélisation à l'échelle régionale, il faut quantifier les émissions à l'intérieur d'une grille. Étant donné le choix de 1980 comme année de base pour de nombreuses activités de modélisation, on a consacré beaucoup d'efforts à la production des valeurs par maille de grille des émissions annuelles de SO_2 et de NO_x figurant sur la carte 2.4.1. Cette carte sert à démontrer que, à l'échelle régionale, les sources de pollution sont concentrées dans la moitié orientale de l'Amérique du Nord.

Dans le cas du SO_2, les émissions les plus élevées proviennent des centrales électriques et des fonderies. Quant au NO_x, il est émis surtout par les centrales électriques et l'échappement des automobiles.

2.4.2 RÉGION ATMOSPHÉRIQUE D'INFLUENCE DES BASSES-TERRES DE LA BAIE D'HUDSON

Les déplacements de l'air forment le trait d'union entre les émissions et le dépôt. Summers et Young (1987) ont proposé le concept d'une «région atmosphérique d'influence» comme analogue atmosphérique valable des bassins hydrographiques. Ces derniers sont fixés dans l'espace par les formations topographiques. Les frontières d'un bassin donné sont donc les mêmes pour toutes les localités qui s'y trouvent. Par contraste, l'air est généralement libre de se déplacer sans contrainte physique. La région atmosphérique d'influence est donc particulière à chaque endroit et ne peut s'exprimer que sous forme de probabilité statistique. Summers et Young (1987) ont décrit en détail la manière de calculer la région atmosphérique d'influence de la région des Grands Lacs. On trouvera ci-après une brève description de la technique employée, ainsi que les résultats obtenus pour Churchill, la région des lacs expérimentaux (ELA) et Kenora, Fraserdale et Schefferville.

2.4.2.1 RÉGION D'INFLUENCE AU COURS D'UNE JOURNÉE

On emploie la trajectoire des particules d'air à une altitude de 925 mb (environ 800 m au-dessus du niveau de la mer), représentative de l'écoulement de la couche la plus proche de la surface, où se mélangent les polluants anthropogènes et les émissions naturelles. Pour chacun des huit principaux secteurs de direction des vents, on marque l'extrémité des trajectoires en reculant de 24 heures dans le temps. Les distances englobant 25 pour 100, 50 pour 100 (la valeur médiane), 75 pour 100 et 100 pour 100 de ces extrémités sont indiquées sur la carte 2.4.3. Étudions, par exemple, les résultats obtenus pour Fraserdale. La ligne des 100 pour 100 indique que, à Fraserdale, la distance maximale extrême parcourue est de 1 760 km depuis le nord. La ligne des valeurs maximales (ligne des 100 pour 100), qui contient tous les cas de la période de neuf ans analysée, fixe la limite extérieure de la «région d'influence au cours d'une journée». Pour les polluants qui ne peuvent subsister qu'une seule journée dans l'atmosphère, cette frontière représente l'analogie atmosphérique la plus étroite qu'on puisse établir avec un bassin hydrographique. Alors que la ligne des 100 pour 100 représente le temps de parcours dans les cas les plus extrêmes, la ligne des 50 pour 100 marque la distance la plus probable que parcourt une particule d'air.

La région d'influence au cours d'une journée pour les trois autres stations figure aussi sur la carte 2.4.3. La forme générale des isoplèthes et la distance qu'elles indiquent sont toutes deux très semblables d'une station à l'autre. Il s'agit là d'une manifestation du fait que toutes les stations se trouvent dans la zone des vents d'ouest des

latitudes moyennes. Elles sont donc toutes soumises à la même séquence de répartition des vents et au passage des systèmes de haute et de basse pressions qui les accompagnent.

2.4.2.2 EXPANSION DE LA RÉGION D'INFLUENCE

On peut employer la même méthode que ci-dessus pour n'importe quelle temps de parcours des particules d'air, bien que les erreurs de calcul des trajectoires tendent à augmenter rapidement au-delà de cinq jours. Sur la carte 2.4.4, les distances les plus probablement parcourues durant des périodes d'un à cinq jours sont indiquées pour toutes les particules d'air atteignant Fraserdale pendant la période de neuf ans. Il est à noter que, lorsque le temps de parcours augmente, la forme de la région d'influence devient moins circulaire autour du point de destination. À cinq jours, la distance parcourue depuis le nord et le nord-ouest est environ double de celle parcourue à partir des secteurs méridionaux.

Les résultats obtenus pour les trois autres stations sont aussi représentés sur la carte 2.4.4. De nouveau, on constate une similitude générale entre les stations, bien que, lorsque le temps de parcours augmente, des différences notables apparaissent. Par exemple, les distances parcourues jusqu'à Churchill depuis le secteur sud-est tendent à être très courtes, et, sur les courbes de l'ELA, les distances à partir du sud-ouest sont plus courtes que celles parcourues depuis l'ouest ou le sud.

2.4.3 DIRECTION DE L'ORIGINE DES MASSES D'AIR

En ce qui a trait aux répercussions à long terme d'une source de pollution à l'intérieur de la région d'influence, ce ne sont pas seulement la distance parcourue, ou le temps de parcours, qui sont importants, mais aussi la fréquence avec laquelle l'air arrive d'un secteur donné. La carte 2.4.5 indique la répartition, selon les divers secteurs, de la fréquence d'origine des particules d'air atteignant Fraserdale au cours de périodes d'un et de cinq jours. Lorsque le parcours dure une journée, l'air provient des secteurs ouest, nord-ouest ou nord dans 62 pour 100 des cas, et la plus haute fréquence, 24,7 pour 100, appartient au secteur nord-ouest. Lorsque le temps de parcours augmente, la fréquence d'origine à l'ouest ou au sud-ouest diminue, tandis que la fréquence d'origine au nord-ouest ou au nord augmente, jusqu'au point où, dans les deux tiers des cas, les particules d'air sont parties, cinq jours plus tôt, de ces deux derniers secteurs. Ce décalage des fréquences est attribuable à la courbure cyclonique dominante des flux d'air sous ces latitudes.

Les trois autres stations figurant sur la carte 2.4.5 montrent toutes des répartitions de fréquences semblables. Pour une période de cinq jours, Churchill possède la fréquence la plus élevée d'origine au nord, et Schefferville la fréquence la plus élevée d'origine au nord-ouest.

2.4.4 VARIATIONS SAISONNIÈRES DES DÉPLACEMENTS DE L'AIR

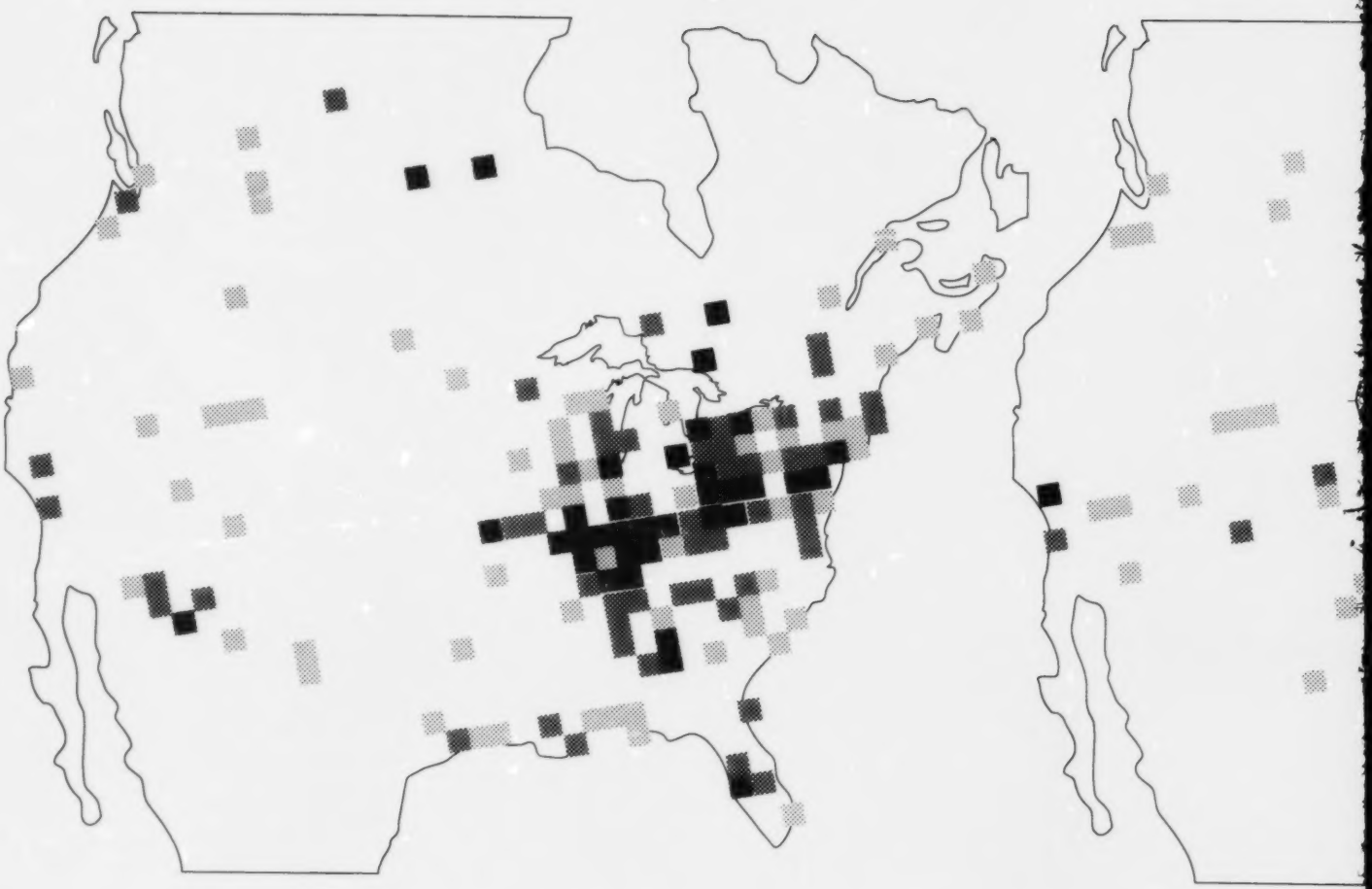
Pour un temps de parcours d'une journée, il y a peu de variation saisonnière dans la disposition spatiale des centiles des distances parcourues.

Lorsque le temps de parcours jusqu'à Fraserdale est de cinq jours, la médiane des distances parcourues ne présente pas encore de différence notable dans la plupart des secteurs, ainsi que l'indique la carte 2.4.6. La plus grande différence réside dans le secteur est, où la distance médiane parcourue en hiver est double de celle parcourue en été. En revanche, la fréquence constatée d'arrivée en provenance de l'est est très faible; elle n'atteint que 2 pour 100, tant en été qu'en hiver.

Lorsqu'on considère tous les secteurs de direction, les variations saisonnières sont plutôt petites. Dans l'ensemble, la fréquence d'arrivée en provenance des secteurs nord et nord-ouest tend toutefois à être légèrement plus élevée en hiver qu'en été, et la fréquence d'arrivée en provenance des secteurs ouest, sud-ouest et sud tend à être considérablement plus élevée en été qu'en hiver.

2.4.5 CONCLUSIONS

Les observations sur la distance parcourue au cours de diverses périodes sont intéressantes d'un point de vue purement météorologique. Toutefois, l'application pratique du concept de région d'influence aux répercussions éventuelles des sources de polluant sur une destination donnée (en



Émissions de SO_2 en 1980

Émissions de NO_x en

de NO_x en 1980

carte 2.4.1

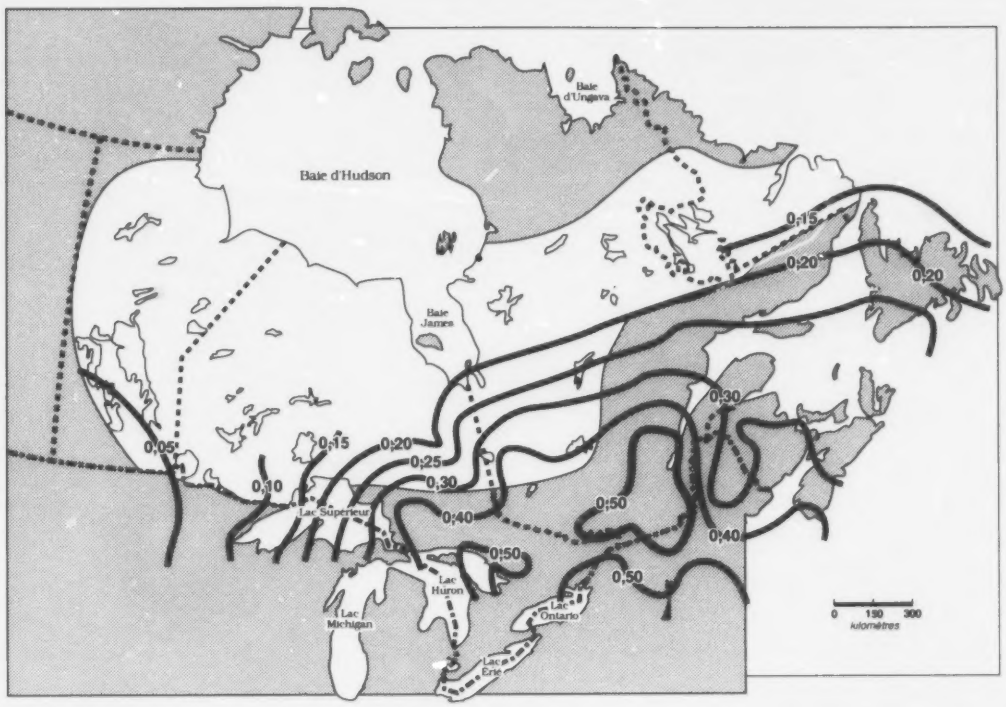
ZONE D'ÉTUDE DES TERRES HUMIDES DU NORD

Émissions nord-américaines de SO_2 et de NO_X en 1980

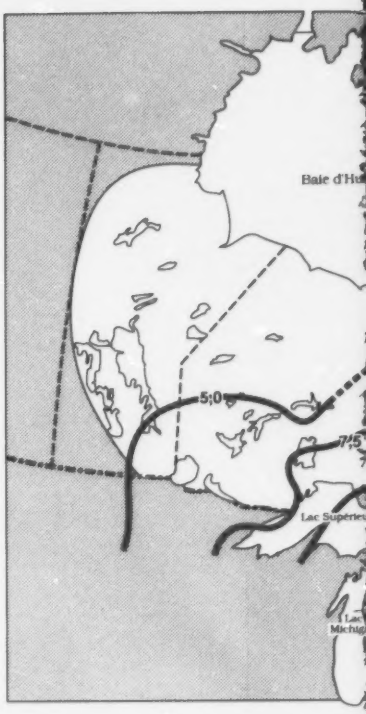
Émissions
(kilotonnes de SO_2 et de NO_x par maille de 127 km)

- plus de 400
- de 200 à 399
- de 100 à 199
- de 50 à 99

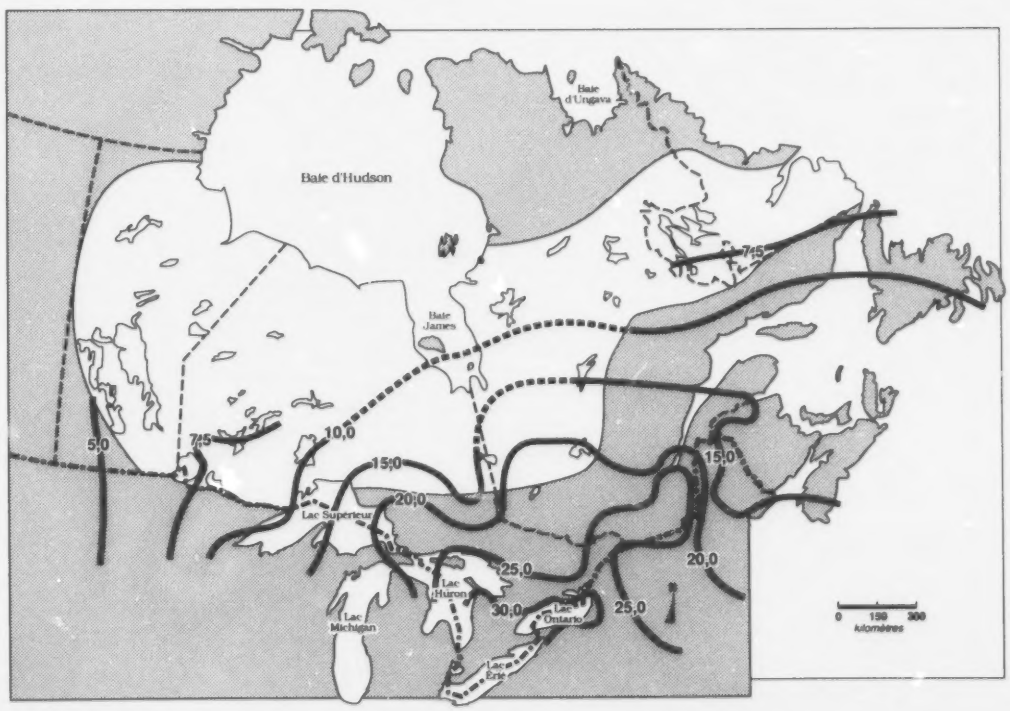
Source
U.S. Environmental Protection Agency, 1989



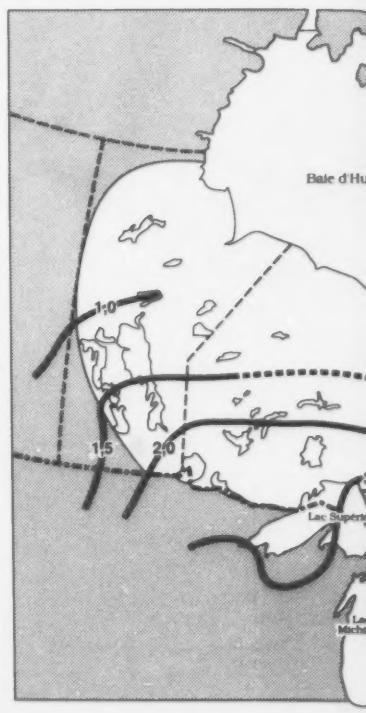
Dépôt humide moyen quinquennal de H^+ (1982-1986)



Dépôt humide moyen quinquennal



Dépôt humide moyen quinquennal de SO_4^{2-} ne provenant pas du sel marin (1982-1986)

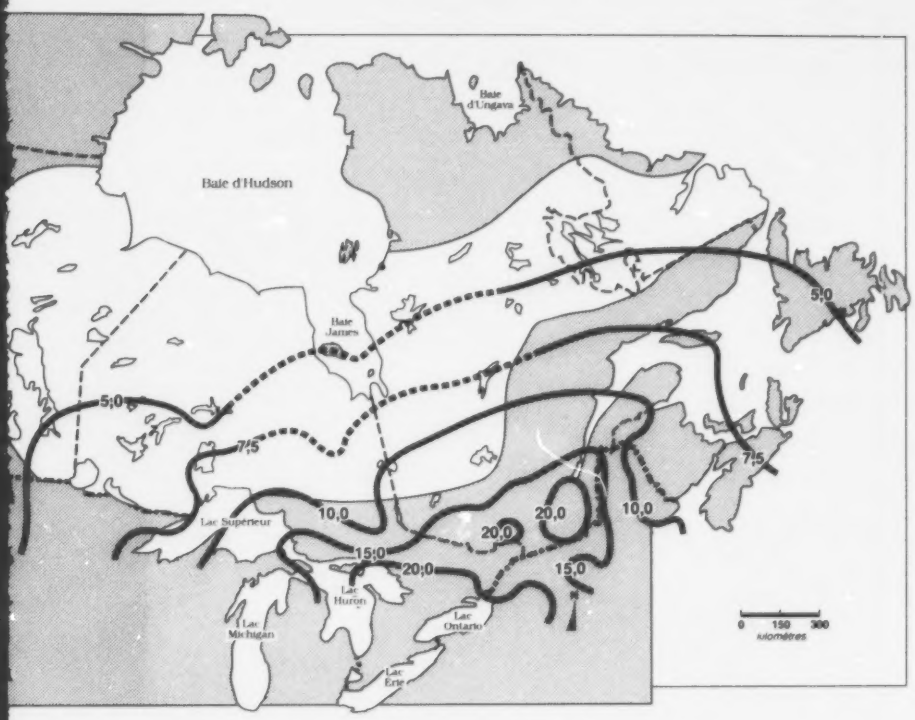


Dépôt humide moyen quinquennal

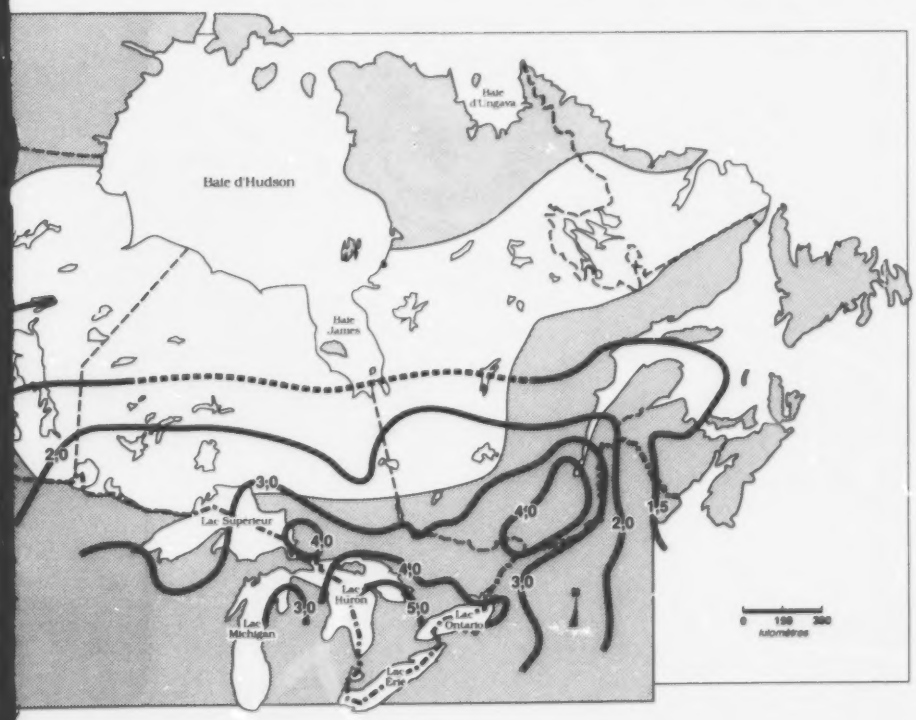
carte 24.2

ZONE D'ÉTUDE DES TERRES HUMIDES DU NORD

Dépôts acides humides sur les terres humides



ide moyen quinquennal de NO_3^- (1982-1986)

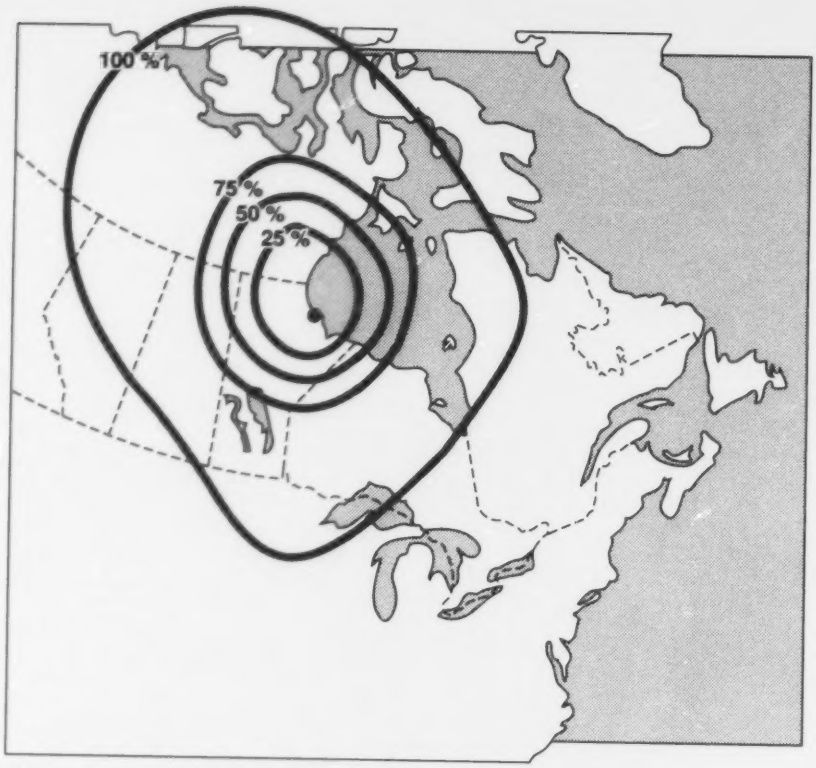


de moyen quinquennal de NH_4^+ (1982-1986)

0;20 dépôt d'ions (kg/ha/année)

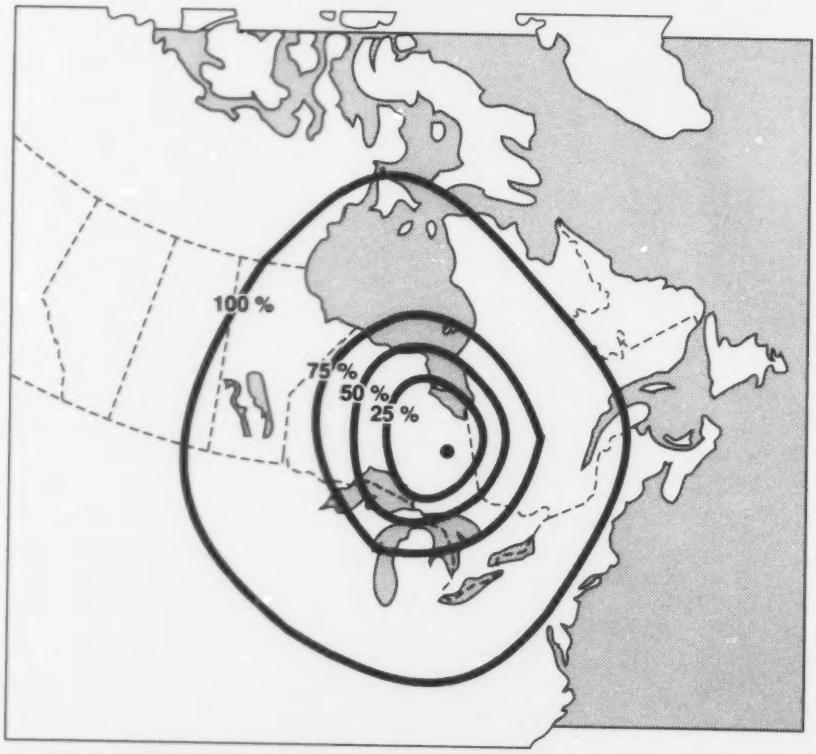
extrapolation dans les régions pauvres en données

Source :
Base nationale de données sur la chimie atmosphérique, 1989



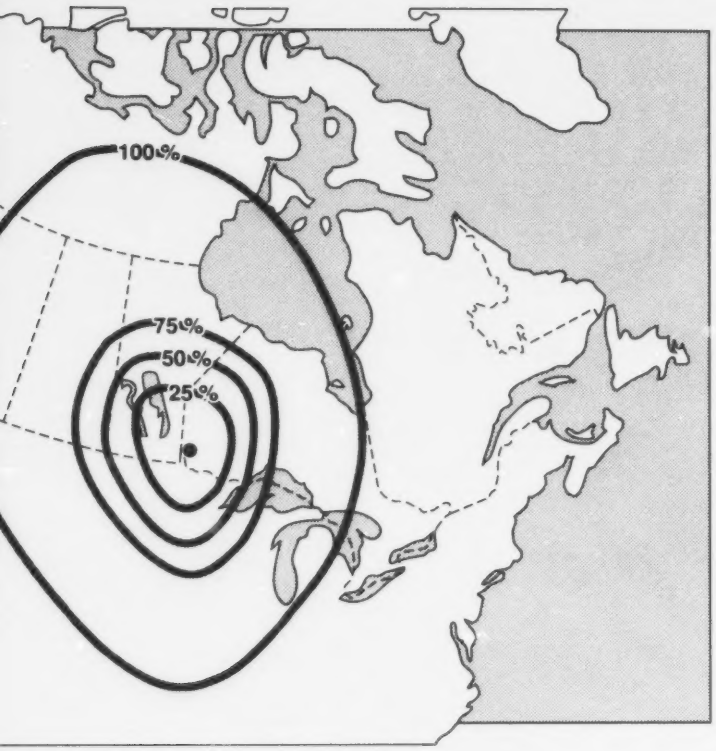
Distance parcourue jusqu'à Churchill

Distance parcourue

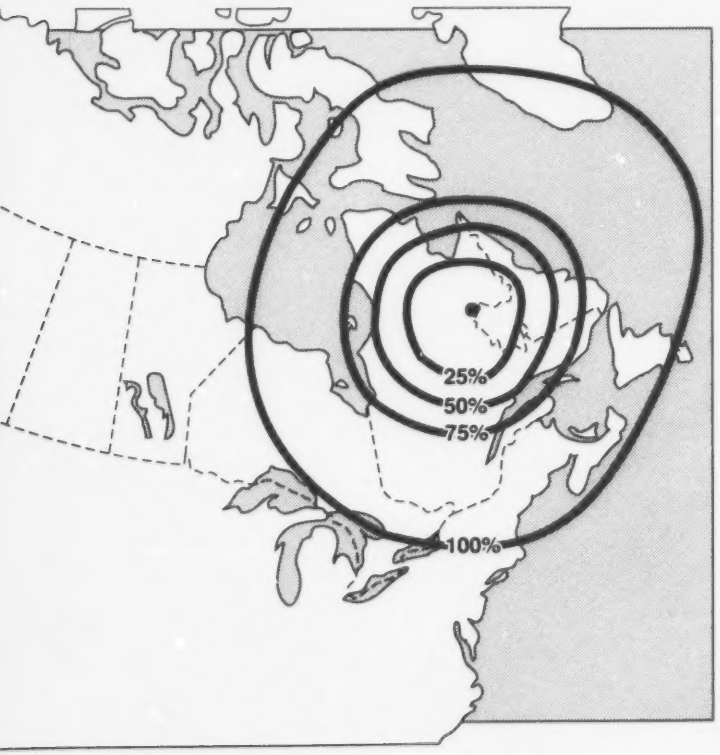


Distance parcourue jusqu'à Fraserdale

Distance parcourue



e parcourue jusqu'à l' ELA-Kenora



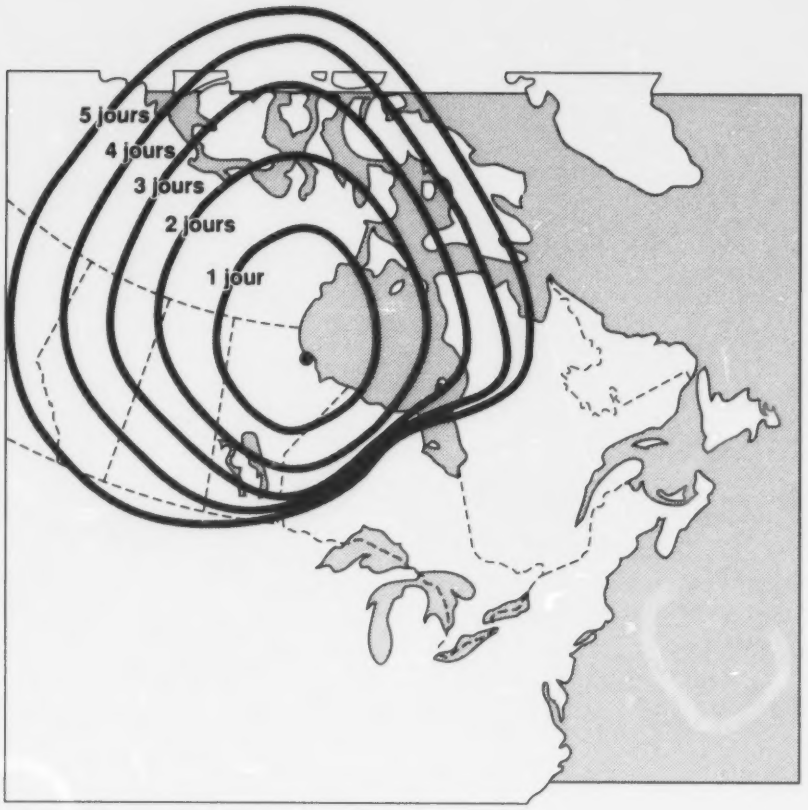
e parcourue jusqu'à Schefferville

carte 2.4.3

ZONE D'ÉTUDE DES TERRES HUMIDES DU NORD

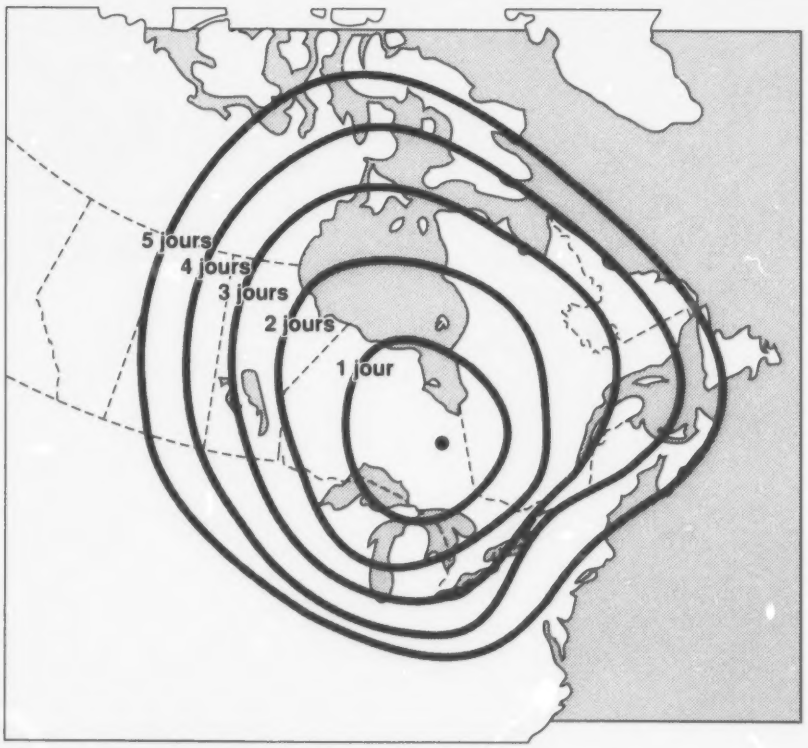
Régions atmosphériques d'influence liées à la distance franchie par l'air en une journée

100% Les lignes entourent les points de départ de l'air un jour avant son arrivée à chaque endroit. La ligne des 50 % (ligne médiane) indique que, dans la moitié des cas, le point de départ de l'air se trouvait à l'intérieur de cette ligne. La ligne des 100 % (ou ligne maximum), qui englobe tous les cas, indique donc la limite extérieure de la région atmosphérique d'influence au cours d'une journée.
D'après les données météorologiques de neuf années.



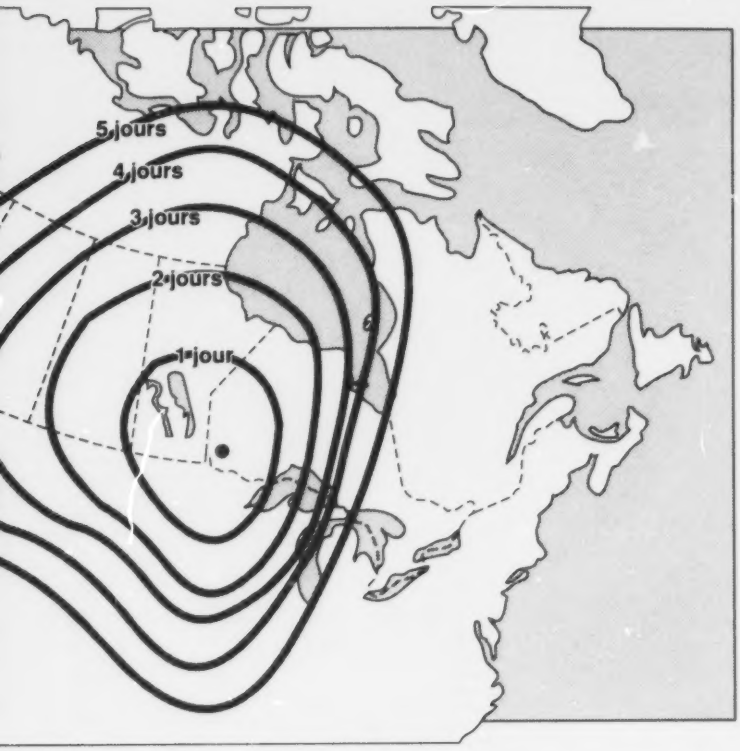
Temps de parcours jusqu'à Churchill

Temps de parcours

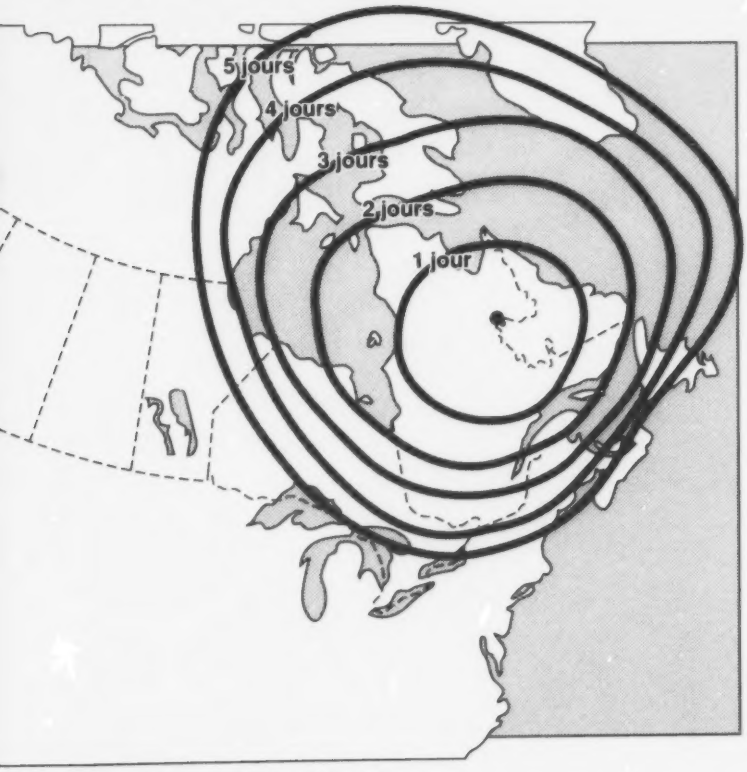


Temps de parcours jusqu'à Fraserdale

Temps de parcours



s de parcours jusqu'à l'ELA-Kenora



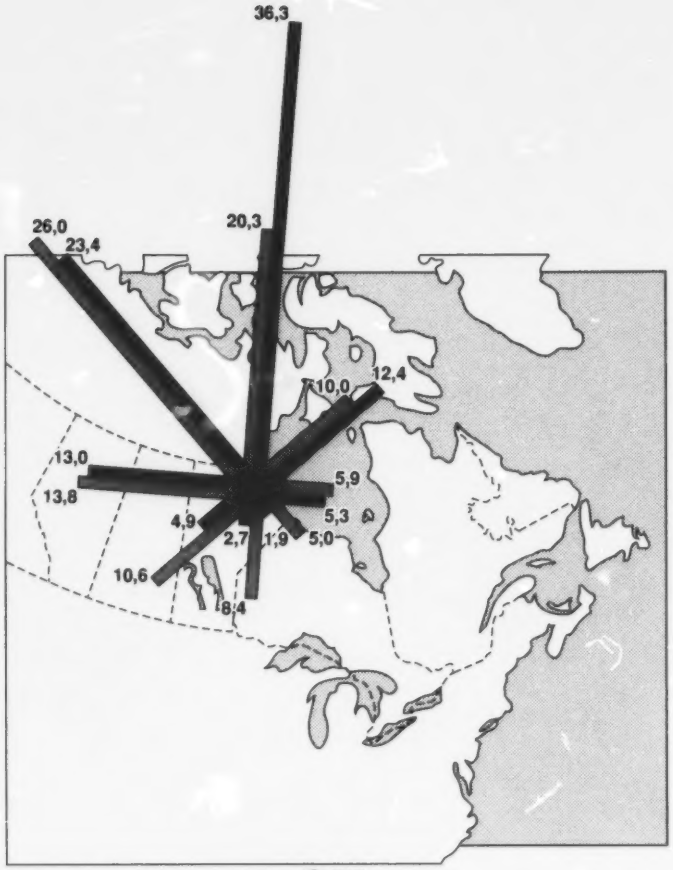
s de parcours jusqu'à Schefferville

carte 2.4.4

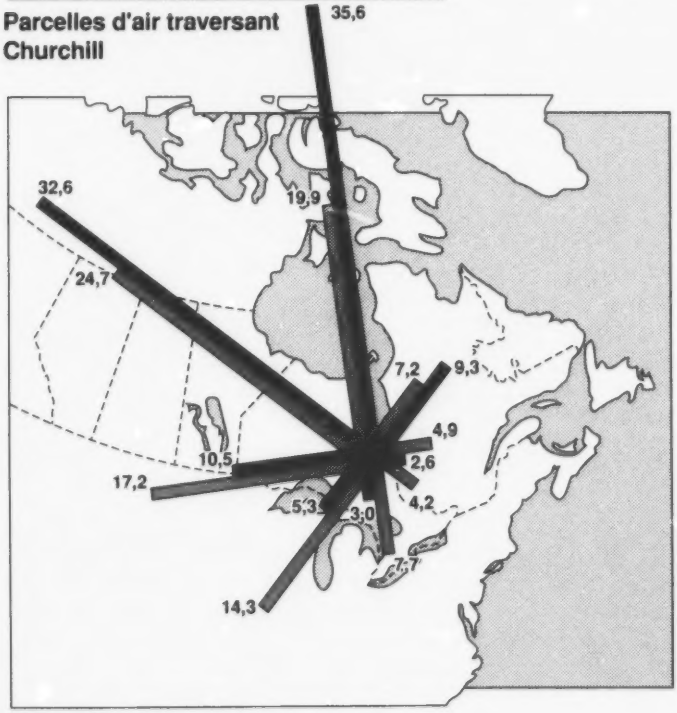
ZONE D'ÉTUDE DES TERRES HUMIDES DU NORD

Régions atmosphériques d'influence les plus probables durant des périodes de 1 à 5 jours

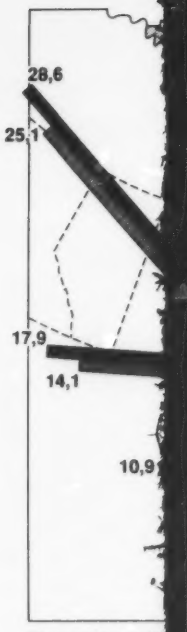
1 jour valeur médiane des temps de parcours (en jours)
D'après les données météorologiques de neuf années.



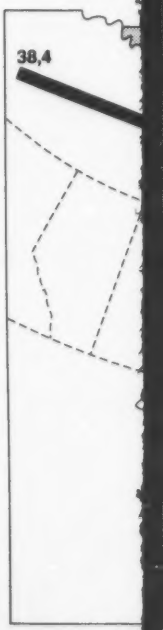
Parcelles d'air traversant
Churchill



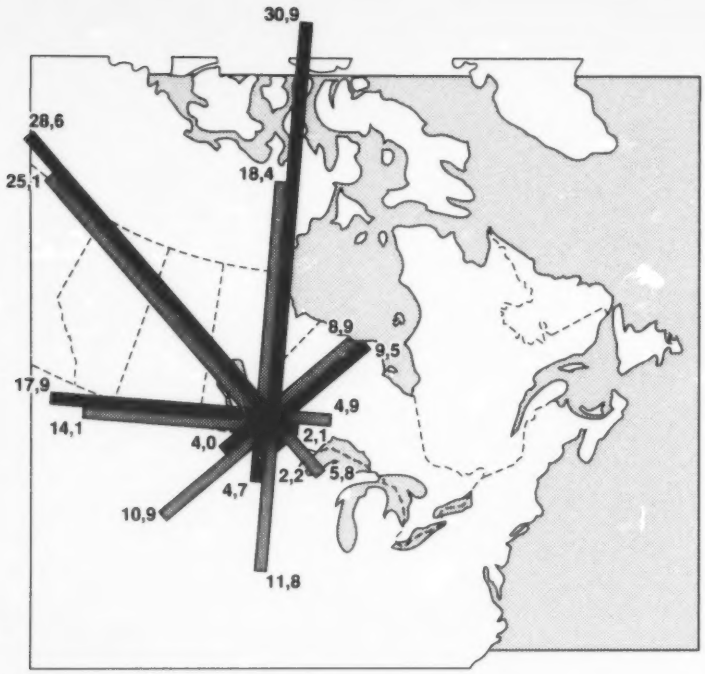
Parcelles d'air traversant
Fraserdale



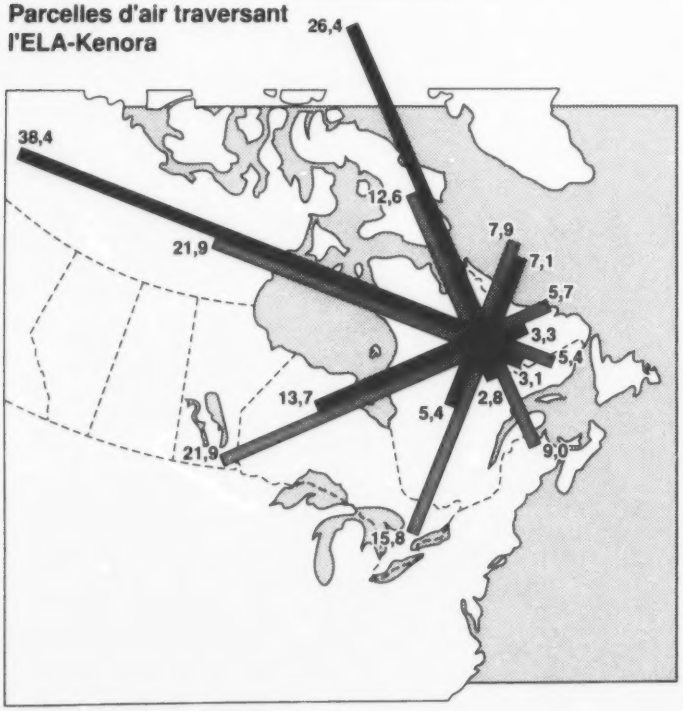
Parcelles d'
l'ELA-Kenor



Parcelles d'a
Schefferville



Parcelles d'air traversant l'ELA-Kenora



Parcelles d'air traversant Schefferville

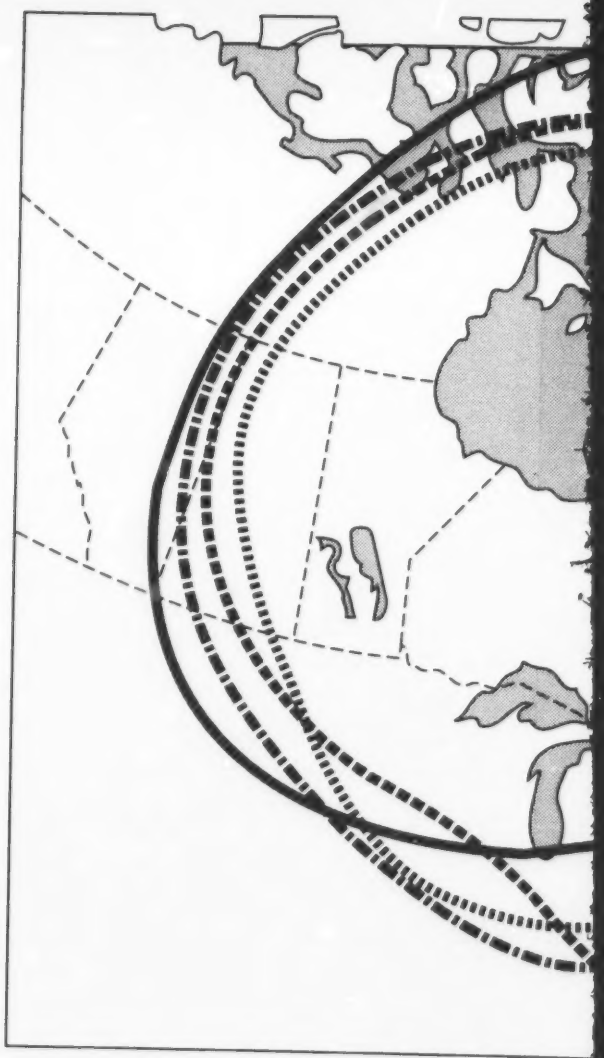
carte 2.4.5

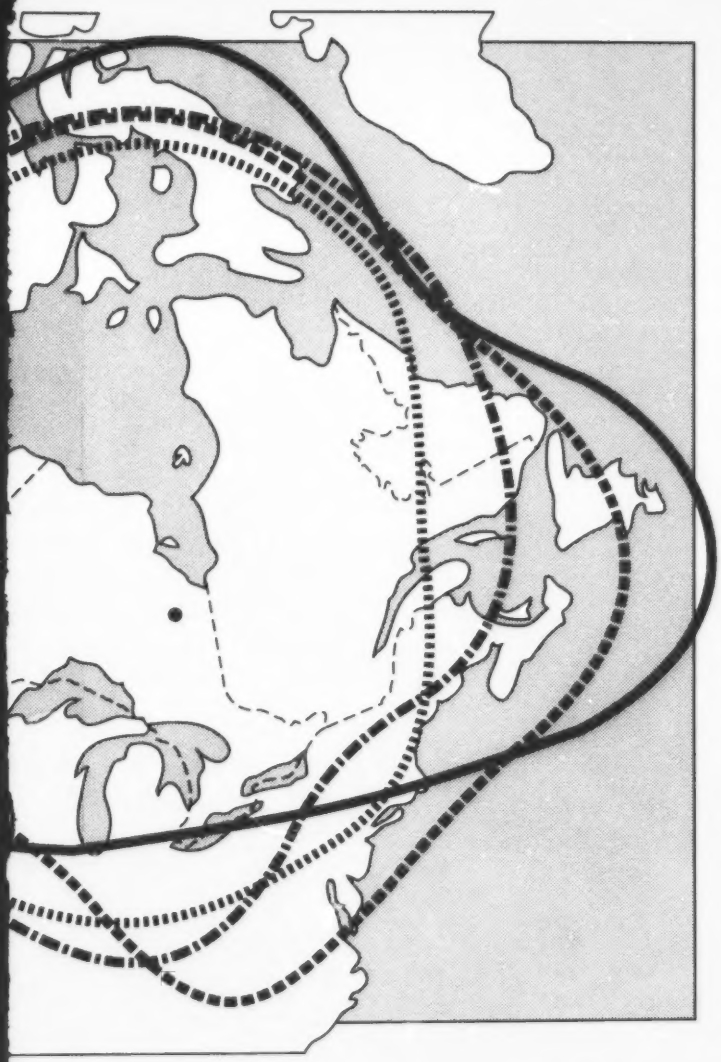
ZONE D'ÉTUDE DES TERRES HUMIDES DU NORD

Fréquences constatées de l'origine des particules d'air pendant des périodes de trajet d'un et de cinq jours, stratifiées selon les huit secteurs de direction.

10,3 direction de l'origine et fréquence constatée au cours d'une journée

5,3 direction de l'origine et fréquence constatée au cours de cinq journées





carte 2.4.6

ZONE D'ÉTUDE DES TERRES HUMIDES DU NORD

Variations saisonnières de la distance médiane parcourue en cinq jours par une parcelle d'air atteignant Fraserdale

hiver

printemps

automne

été

l'occurrence, la zone d'étude des terres humides du Nord) exige, entre autres, la connaissance de la durée de vie du polluant dans l'atmosphère. Bien qu'on dispose de bonnes informations sur certains polluants, notamment sur les nombreuses variétés sulfurées, on est moins bien renseigné sur la durée de vie de certains autres, comme les variétés azotées. On en sait très peu, en fait, sur bien des produits chimiques toxiques prioritaires.

Dans le cas des sulfates, le temps normal de séjour dans l'atmosphère, sous les latitudes moyennes, varie entre trois et cinq jours. Les isoplèthes d'un temps de parcours de cinq jours jusqu'à Fraserdale (carte 2.4.4) depuis les secteurs sud et sud-ouest atteignent tout juste, en été, au printemps et en automne, les principales sources de pollution par SO_2 et NO_x de la région de la vallée de l'Ohio. En hiver, la distance parcourue en cinq jours ne dépasse pas, vers le sud, les Grands Lacs inférieurs. La fréquence d'origine, cinq jours plus tôt, dans ces secteurs sud et sud-ouest combinés, n'est que de 4,4 pour 100 en hiver, de 7,1 pour 100 au printemps, de 10,6 pour 100 en été et de 10,5 pour 100 en automne. Ces chiffres représentent donc, en l'absence de lavage par des pluies tombées entretemps, la probabilité maximale, pour des épisodes de pollution ayant leur origine dans la vallée de l'Ohio, d'atteindre Fraserdale. Des niveaux élevés de pollution d'origine humaine à Fraserdale pourraient s'observer jusqu'à trois jours par mois en été et en automne. De faibles niveaux de fond prédomineraient le reste du temps.

2.4.6 BIBLIOGRAPHIE

Service de l'environnement atmosphérique. 1989. Base nationale de données sur la chimie atmosphérique, Downsview (Ontario).

Summers, P.W. et Young, J.W.S. 1987. The "Airshed" or "Atmospheric Regions of Influence" for the Great Lakes basin. Présenté à l'IJC Symposium "Towards Integrated Monitoring - A Great Lakes Perspective", Toledo (Ohio), 18 novembre 1987.

U.S. Environmental Protection Agency. 1989. The 1985 NAPAP emissions inventory (version 2): Development of the annual data and modellers' tapes. Rédigé pour The National Acid Precipitation Assessment Program par l'Air and Energy Engineering Research Laboratory, U.S. EPA Report #EPA-600/7-89-12a, Research Triangle Park, NC.

2.5 PHYSIOGRAPHIE, ROCHE DE FOND ET DÉPÔTS SUPERFICIELS

2.5.1 RELIEF

Dans la zone d'étude, l'altitude varie entre le niveau de la mer, le long du littoral de l'Atlantique ou de la baie d'Hudson, et des hauteurs de 914 à 1 200 m dans l'est du Québec et le sud-ouest du Labrador (carte 2.5.1). La cote la plus élevée est de 1 189 m, dans les monts Mealy, à l'est de Goose Bay (Labrador). Cette région est très accidentée, et le complexe montagneux est bordé au nord et à l'est par des escarpements abrupts.

Au sud et à l'ouest de la baie d'Hudson, le terrain s'élève très graduellement. Les altitudes maximales dans les parties manitobaine et ontarienne de la zone d'étude se situent entre 300 et 600 m. Le terrain est plat à légèrement valonné, la topographie accidentée étant cantonnée sur la rive nord du lac Supérieur. En Ontario, le sommet le plus élevé, le mont Tip Top (636 m) se trouve immédiatement au sud de la zone d'étude, à l'est du lac Supérieur.

2.5.2 PHYSIOGRAPHIE

Bostock (1972) a délimité les régions et les divisions physiographiques du Canada. Les régions sont principalement déterminées par la structure géologique générale, tandis que les divisions se définissent à l'aide de caractères physiographiques plus fins (montagnes, plateaux, plaines ou collines). La zone d'étude comporte 6 régions physiographiques, subdivisées en 23 divisions (carte 2.5.2).

2.5.2.1 RÉGION DE JAMES (J)

Cette région comprend 11 divisions dans la zone d'étude (carte 2.5.2). La plupart d'entre elles se

caractérisent par de bas-plateaux faiblement valonnés à accidentés, qui se sont formés sur le roc granitique cristallin du Bouclier canadien. Outre de nombreux petits lacs, on y trouve des terres humides dans les dépressions de la roche de fond. L'écoulement de surface y est plutôt mal organisé, se caractérisant par de nombreux petits lacs réunis par des cours d'eau rapides de faible longueur.

En général, ce type de topographie lithodépendante n'est pas favorable à la formation de vastes complexes de terres humides. Les plus grandes superficies occupées par les terres humides se trouvent dans les endroits où la roche de fond est recouverte d'argiles et de limons. Dans la région de James, ces conditions sont réunies sur les dépôts glaciomarins des basses-terres d'Eastmain (J-11) ainsi que sur les sédiments glaciolacustres du sud-ouest du bas-plateau de la Severn (J-5) et du centre-nord du bas-plateau d'Abitibi (J-8).

Les altitudes maximales s'observent sur le plateau des Lacs (jusqu'à 910 m; J-13), le plateau de la Kaniapiscau (plus de 910 m; J-14) et les collines de Mistassini (plus de 1 070 m; J-12).

Les divisions de la plaine de Nipigon (J-6) et des collines du Labrador (J-15) se distinguent de la topographie typique du Bouclier canadien qui caractérise les autres divisions de cette région. La première consiste en une plaine de roche de fond, coupée de profondes vallées fluviales tandis que la seconde consiste en une série de crêtes et de vallées formées par le plissement prononcé de cette roche. Les terres humides sont cantonnées dans les parties basses des vallées et le long des cours d'eau.

2.5.2.2 RÉGION DE LA BAIE D'HUDSON (H)

Les subdivisions de cette région sont les basses-terres de la baie d'Hudson (H-3) et les collines de Richmond (H-4). Ces dernières ne jouent aucun rôle dans la formation de terres humides.

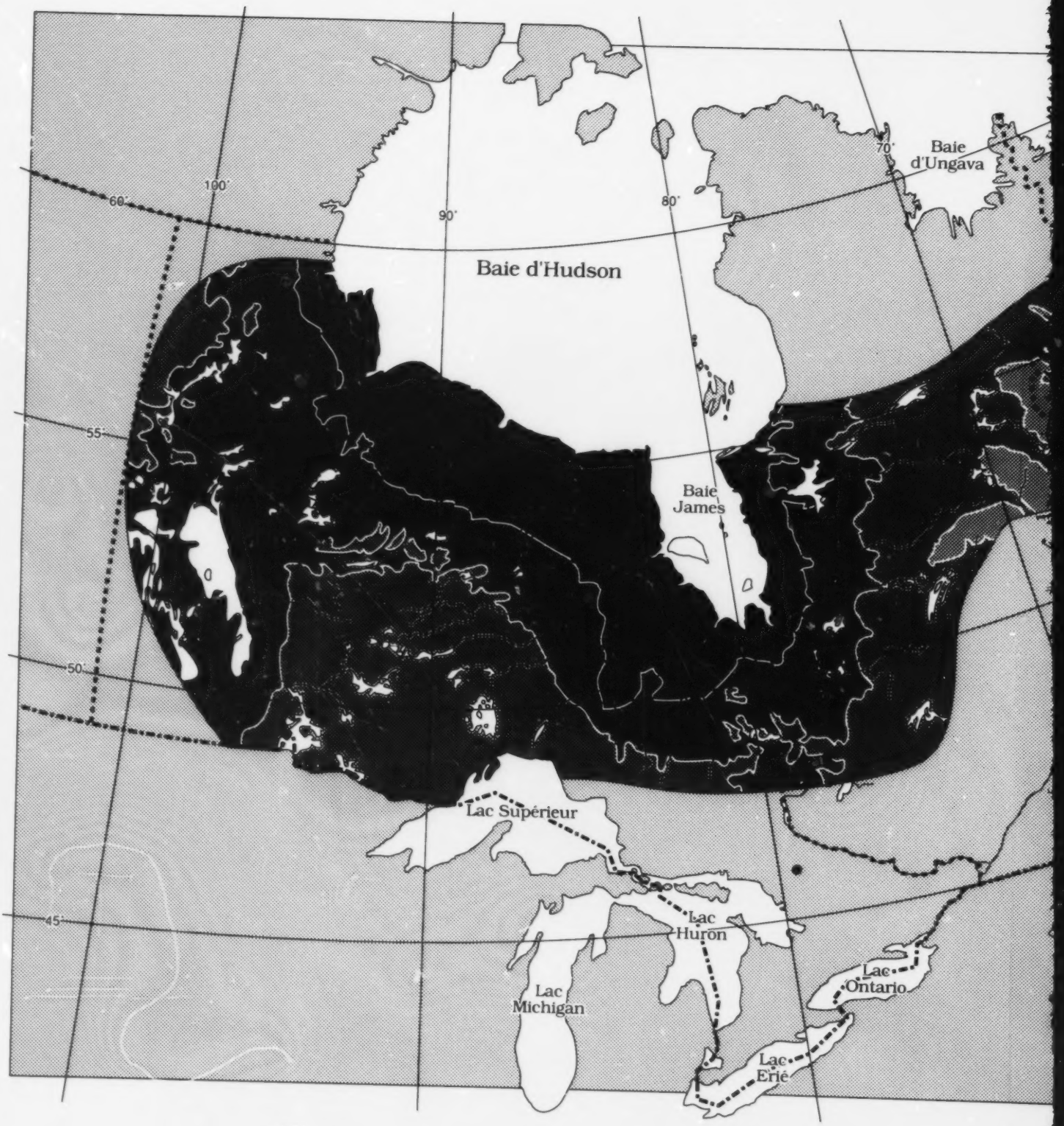
Les basses-terres de la baie d'Hudson constituent une vaste plaine côtière qui borde la baie James et la baie d'Hudson. Les terres humides couvrent entre 85 et 90 pour 100 de leur surface (Riley, 1982). Cette région réunit des conditions idéales pour la formation de terres humides, à savoir une topographie unie à très faible déclivité ainsi que l'existence de substrats imperméables constitués d'argiles et de limons glaciomarins à grain fin. L'altitude de cette plaine côtière va du niveau de la mer à environ 150 m au-dessus de ce niveau, là où elle entre en contact avec le Bouclier canadien. La dénivellation varie entre 0,6 et 1,0 m au km (Riley, 1982). Les crêtes de Sutton, qui se trouvent dans les basses-terres sises au sud-est de Peawanuck, représentent le seul élément important de relief de toute la région. Ce sont des collines formées de roche de fond, qui s'élèvent jusqu'à 200 m au-dessus de la plaine de terres humides qui les entoure.

Les basses-terres de la baie d'Hudson constituent, en étendue, la deuxième tourbière d'un seul tenant du monde entier (section 1.2). Les terres humides ne sont interrompues que par les grands cours d'eau qui s'écoulent vers la baie James et la baie d'Hudson. L'écoulement de surface se résume à une infiltration diffuse dans les tourbières, qui alimente un réseau de chenaux parallèles et relativement rectilignes réunis aux grands cours d'eau tels que le fleuve Churchill et les rivières Severn, Winisk, Attaouapiskat, Albany et Moose.

La formation de terres humides dans cette région dépend principalement de l'isostasie, de l'hydrologie et du régime trophique. Les basses-terres se soulèvent à la vitesse d'environ 1 m par siècle, en raison du phénomène de relèvement isostatique. Il s'ensuit que les terres humides les plus rapprochées de la côte ont jusqu'à 7 000 années de moins que celles qui sont limitrophes du Bouclier canadien. Les terres humides plus récentes et celles qui sont situées dans des zones d'infiltration tendent à être minérotrophes en raison du contact avec les eaux souterraines enrichies par les éléments nutritifs des sédiments riches en bases. Les terres humides ombrotrophes, pauvres en éléments nutritifs, sont fréquentes le long des lignes de faîte entre les bassins hydrographiques et dans les endroits où l'accumulation de tourbe soulève la surface de la tourbière au point d'isoler les communautés vivantes des eaux souterraines minérotrophes.

2.5.2.3 RÉGION LAURENTIENNE (L)

Cette région physiographique est la troisième en étendue parmi celles que touche la zone d'étude. Elle comprend 6 divisions, dont 5 sont représentées dans la partie la plus orientale de cette zone. La région laurentienne se caractérise par des bas-


Baie d'Ungava
Baie d'Hudson
Baie James
Lac Supérieur
Lac Huron
Lac Michigan
Lac Ontario
Lac Erié
100°
90°
80°
70°
60°
55°
50°
45°

carte 2.5.1

ZONE D'ÉTUDE DES TERRES HUMIDES DU NORD

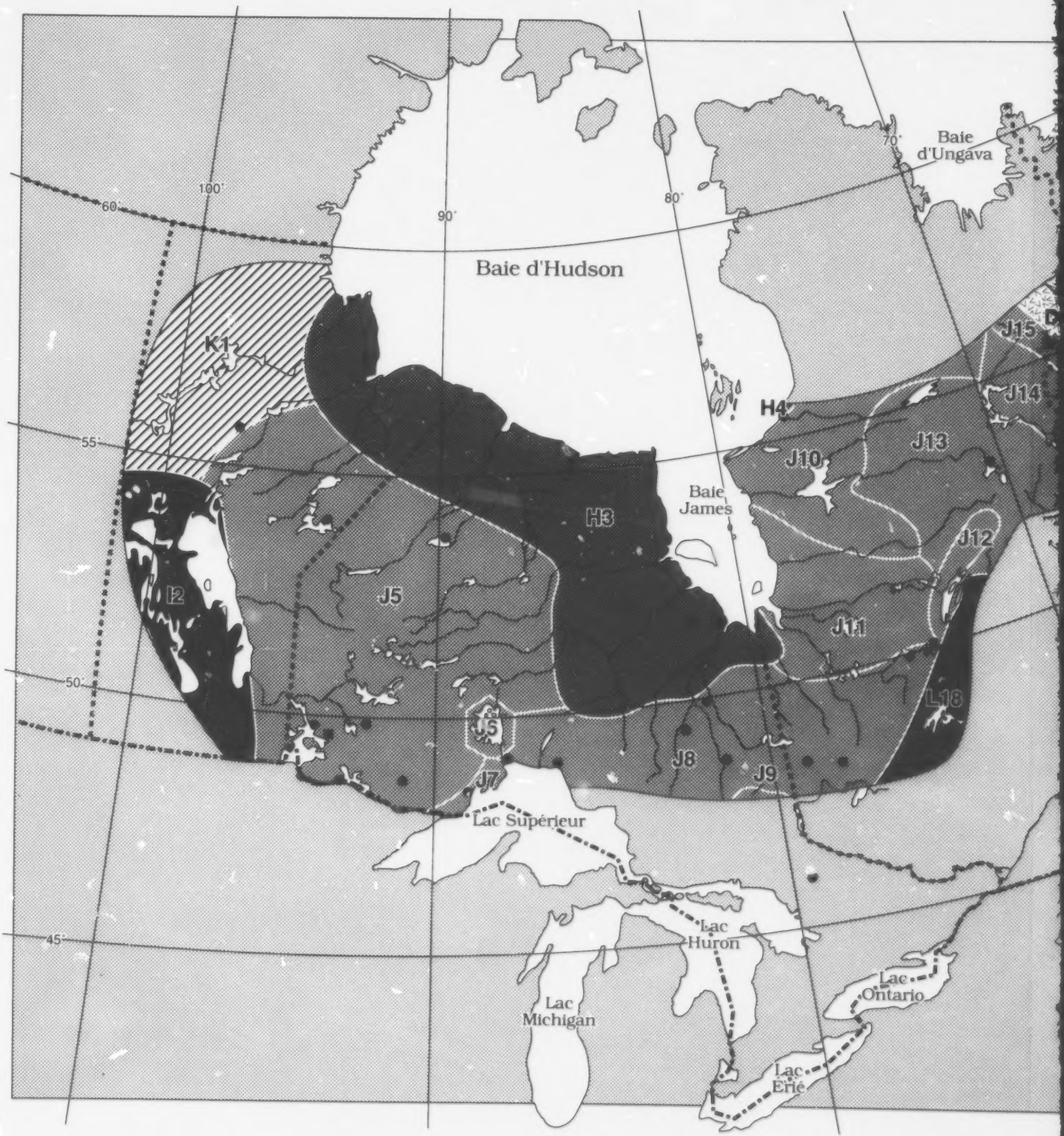
Relief général

Altitude en mètres au-dessus du niveau de la mer

- de 0 à 150
- de 150 à 300
- de 300 à 600
- de 600 à 900
- de 900 à 1 200

Source
Relief, 1/12 500 000, Atlas national du Canada
(Énergie, Mines et Ressources, 1974)

Projection stéréographique polaire


Baie d'Ungava
Baie d'Hudson
Baie James
Lac Supérieur
Lac Huron
Lac Michigan
Lac Ontario
Lac Erié
K1
H4
H3
J15
J14
J13
J10
J12
J11
J5
I2
J6
J8
J9
J7
L18
100°
90°
80°
70°
60°
55°
50°
45°

carte 2.5.2

ZONE D'ÉTUDE DES TERRES HUMIDES DU NORD

Régions et divisions physiographiques

Région		*Division*	
Région de Kazan		K1	Bas-plateau de Kazan
Plaines intérieures		I2	Plaine du Manitoba
Région d'Hudson		H3	Basses-terres de la baie d'Hudson
		H4	Collines de Richmond
Région de James		J5	Bas-plateau de la Severn
		J6	Plaine de Nipigon
		J7	Collines de Port-Arthur
		J8	Bas-plateau d'Abitibi
		J9	Plaine de Cobalt
		J10	Plateau de Larch
		J11	Basses-terres d'Eastmain
		J12	Collines de Mistassini
		J13	Plateau des Lacs
		J14	Plateau de la Caniapiscau
		J15	Collines du Labrador
Région de Davis		D16	Basses-terres de Whale
		D17	Plateau de la George
Région laurentienne		L18	Hautes-terres laurentiennes
		L19	Bas-plateau de Hamilton
		L20	Plateau de Hamilton
		L21	Plaine de Melville
		L22	Monts Mealy
		L23	Plateau de la Mécatina

Source
Carte physiographique du Canada, 1/5 000 000 (Énergie, Mines et Ressources, 1970)

Projection stéréographique polaire

plateaux et des hautes-terres qui s'élèvent abruptement au-dessus des basses-terres du Saint-Laurent au sud, et de l'océan Atlantique à l'est. Les limites de la région se caractérisent par un relief prononcé attribuable à la présence de gradins de failles (Bostock, 1972). Le contraste est brutal avec les autres parties du Bouclier canadien, qui s'enfoncent graduellement sous les strates sédimentaires des plaines intérieures et des basses-terres de la baie d'Hudson.

La région laurentienne possède la topographie la plus accidentée et les altitudes les plus élevées (division des monts Mealy; L-22) de toute la zone d'étude. La surface des bas-plateaux et des plateaux s'élève souvent entre 300 et 600 m au-dessus de la mer. L'écoulement de surface de ces régions se jette rapidement dans de grands cours d'eaux qui ont profondément entaillé la topographie lithodépendante.

Les terres humides, les bogs particulièrement, abondent dans la région, bien que celle-ci soit plutôt accidentée. De vastes superficies couvertes de till glaciaire, d'amples vallées fluviales et des basses-plaines maritimes y sont abondamment pourvues de terrain organique. Les terres humides sont des plus fréquentes dans la plaine de Melville (L-21), constituée de basses-terres qui se trouvent presque au niveau de la mer; dans l'est et le centre du plateau de la Mécatina (L-23), qui est essentiellement un plateau valonné couvert de till; le long des larges vallées fluviales et sur le terrain à drumlins tous deux caractéristiques du plateau et du bas-plateau de Hamilton (L-20 et L-19).

2.5.2.4 RÉGION DE KAZAN (K)

Cette région, qui ne compte qu'une division (bas-plateau de Kazan; K-1) dans la zone d'étude, possède une topographie faiblement valonnée, parsemée de nombreux lacs et de terres humides sporadiques. Elle occupe le Bouclier canadien et, par sa physiographie, ressemble aux divisions de la Severn et d'Abitibi (J-5 et J-8) de la région de James.

2.5.2.5 RÉGION DE DAVIS (D)

Cette région comprend les basses-terres de Whale (D-16) et le plateau de la George (D-17). Les basses-terres de Whale possèdent une étendue plus vaste de terres humides que le plateau de la George. Les terres humides couvrent entre 26 et 50 pour 100 de la superficie de cette division, qui est une vaste plaine couverte de dépôts glaciaires (till glaciaire). On y trouve de la roche de fond exposée, surtout sous forme de collines disséminées, d'une hauteur généralement inférieure à 600 m. Cette division est arrosée par la rivière à la Baleine, qui se jette dans la baie d'Ungava.

Le plateau de la George est un vaste bas-plateau profondément entaillé par des vallées. Les cours d'eau s'écoulent vers le nord, et se jettent dans la baie d'Ungava. Le plateau s'élève graduellement à partir des basses-terres de Whale, dans l'ouest, vers les chaînes de montagnes de la côte du Labrador (hautes-terres du Labrador), à l'extérieur de la zone d'étude. Les parties les plus élevées du plateau se situent entre 300 et 600 m d'altitude. Il s'agit surtout d'un plateau massif, lithodépendant, dans les parties basses duquel on trouve du till. Les terres humides sont cantonnées dans les vallées fluviales et les zones de till. Elles occupent au plus 25 pour 100 de la superficie du plateau.

2.5.2.6 RÉGION DES PLAINES INTÉRIEURES (I)

La division de la plaine du Manitoba (I-2), dans la région physiographique des plaines intérieures, occupe l'extrémité sud-ouest de la zone d'étude. Cette zone plate est constituée surtout d'argiles et de limons glaciolacustres du lac glaciaire Agassiz. Les argiles recouvrent un till glaciaire qui recouvre lui-même des roches sédimentaires. L'altitude moyenne de la plaine du Manitoba est d'environ 240 m au-dessus du niveau de la mer. L'hydrographie consiste en de nombreux lacs ainsi qu'en de grands cours d'eau lents tels que les rivières Rouge, Assiniboine et Saskatchewan. Près de 50 pour 100 de la superficie de cette plaine est occupée par de l'eau libre, surtout sous forme de vastes lacs tels que les lacs Winnipeg, Winnipegosis et Manitoba. Les sédiments à grain fin, fréquents dans cette région de lacs, et la topographie plate favorisent un mauvais drainage et la constitution de terres humides. Celles-ci occupent entre 26 et plus de 75 pour 100 de la superficie.

2.5.3 ROCHE DE FOND

La roche de fond (carte 2.5.3) de la zone d'étude se caractérise par trois éléments géologiques importants. Le plus vaste, le plus âgé et le plus dominant est le Bouclier canadien, qui couvre plus de 70 pour 100 de la région cartographiée sous la forme d'un grand demi-cercle partant de l'extrémité nord-ouest de la zone et s'étendant jusqu'à la côte du Labrador. Le Bouclier est constitué principalement de roches cristallines massives telles que le granite (roches ignées) et de gneiss granitique (granites métamorphisés). Ces roches sont dites acides en raison de leur enrichissement en quartz, par opposition aux minéraux riches en bases.

Les deux autres grands éléments géologiques de la zone d'étude sont la plate-forme de l'Intérieur (sud-ouest du Manitoba) et celle d'Hudson. Il s'agit de bassins profonds, caractérisés par des roches sédimentaires bien litées, y compris une forte proportion de roches calcaires. Ces bassins sont des dépressions du Bouclier canadien (qui subsiste sous elles) dans lesquelles de vastes accumulations de limons, d'argiles, de sables et de chaux ont été déposées par les mers qui, voici quelque 500 millions d'années, commencèrent à recouvrir la plus grande partie du centre de l'Amérique du Nord.

2.5.3.1 BOUCLIER CANADIEN

Il s'agit du principal élément constitutif de l'édifice géologique du continent nord-américain. Il est composé surtout de roches métamorphiques et ignées cristallines du Précambrien, dont certaines sont parmi les plus vieilles du globe. Il a connu plusieurs périodes d'orogénèse voilà plus de 500 millions d'années. Depuis, l'activité tectonique a été très réduite, et le Bouclier a été soumis à l'altération par les agents atmosphériques.

Le Bouclier se subdivise en neuf provinces structurales, dont cinq sont représentées sur la région cartographiée : province de Churchill, du lac Supérieur, du Sud, de Grenville et de Nain (figure 2.5.1). Les différences entre les provinces reposant principalement sur des caractéristiques structurales, comme les failles et les plis, ainsi que sur l'âge des manifestations tectoniques.

Chaque province représente une séquence de dépôts sédimentaires et volcaniques dans un vaste géosynclinal (bassin) en bordure d'un continent primitif. Par la suite, ces dépôts se sont soulevés pour former de vastes complexes montagneux, puis l'érosion leur a donné leur aspect actuel. Pendant l'orogénèse, les roches originelles ont été déformées et métamorphisées, ce qui y a provoqué l'apparition de failles et de plis ainsi qu'une modification de leur nature.

Province Supérieure

C'est la plus ancienne des provinces du Bouclier. Selon la datation isotopique, la dernière manifestation tectonique qui l'a touchée remonterait à environ 2,5 milliards d'années. C'est aussi l'une des provinces les plus étendues du Bouclier et elle comporte plus de 80 pour 100 des roches précambriennes de la région cartographiée.

La roche de fond consiste en zones étendues, orientées vers l'est, de roches volcaniques et sédimentaires métamorphisées et plissées, séparées par des roches surtout granitiques. La plupart des roches volcaniques et sédimentaires sont riches en bases si on les compare au gneiss granitique et au granite acides qui les entourent.

Province de Churchill

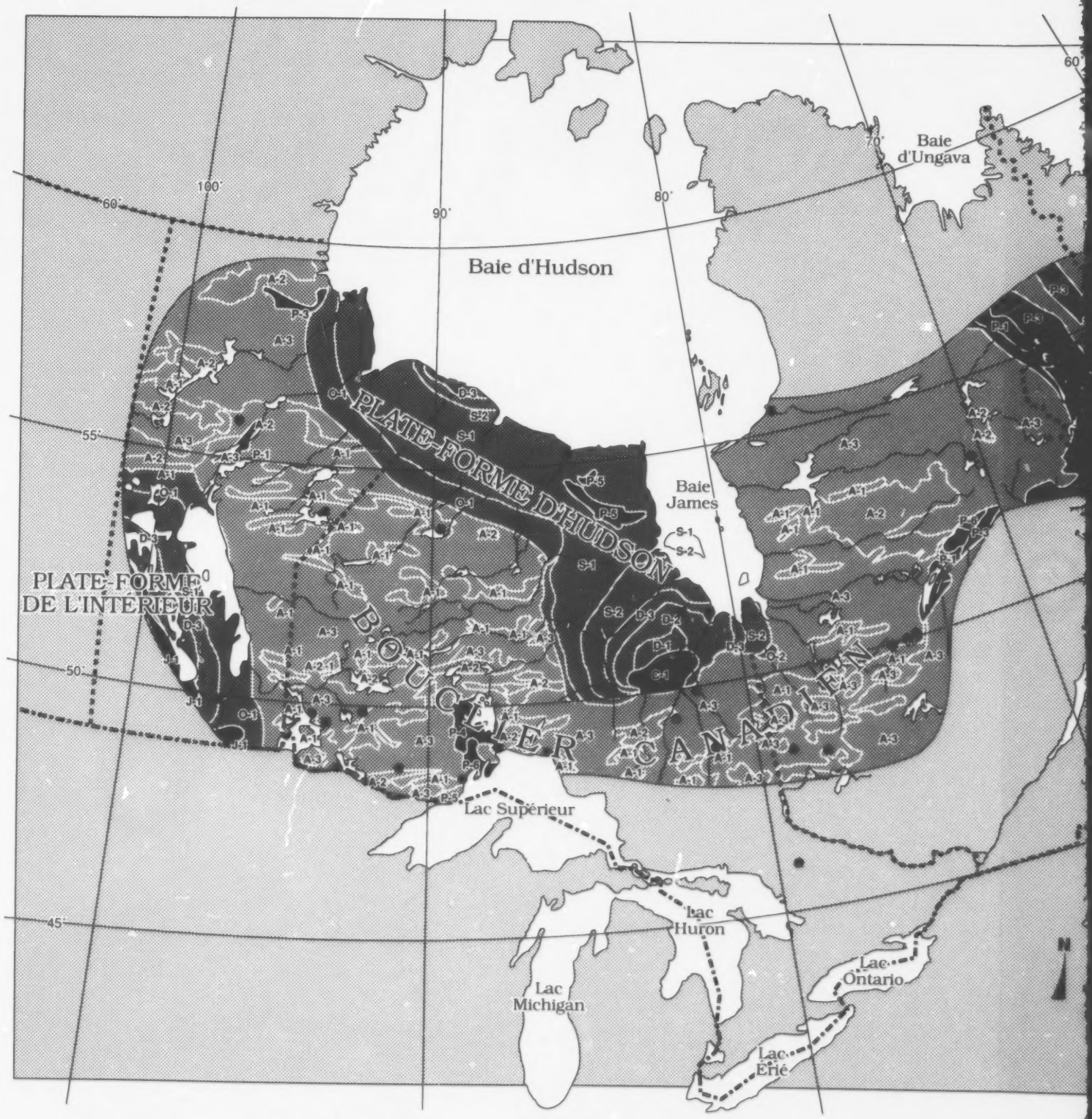
C'est la plus vaste des provinces du Bouclier et, dans la région cartographiée, la deuxième en étendue. Elle est représentée au Manitoba et le long de la frontière du Québec et du Labrador. La dernière manifestation tectonique qui l'a touchée s'est produite il y a environ 1,6 milliard d'années.

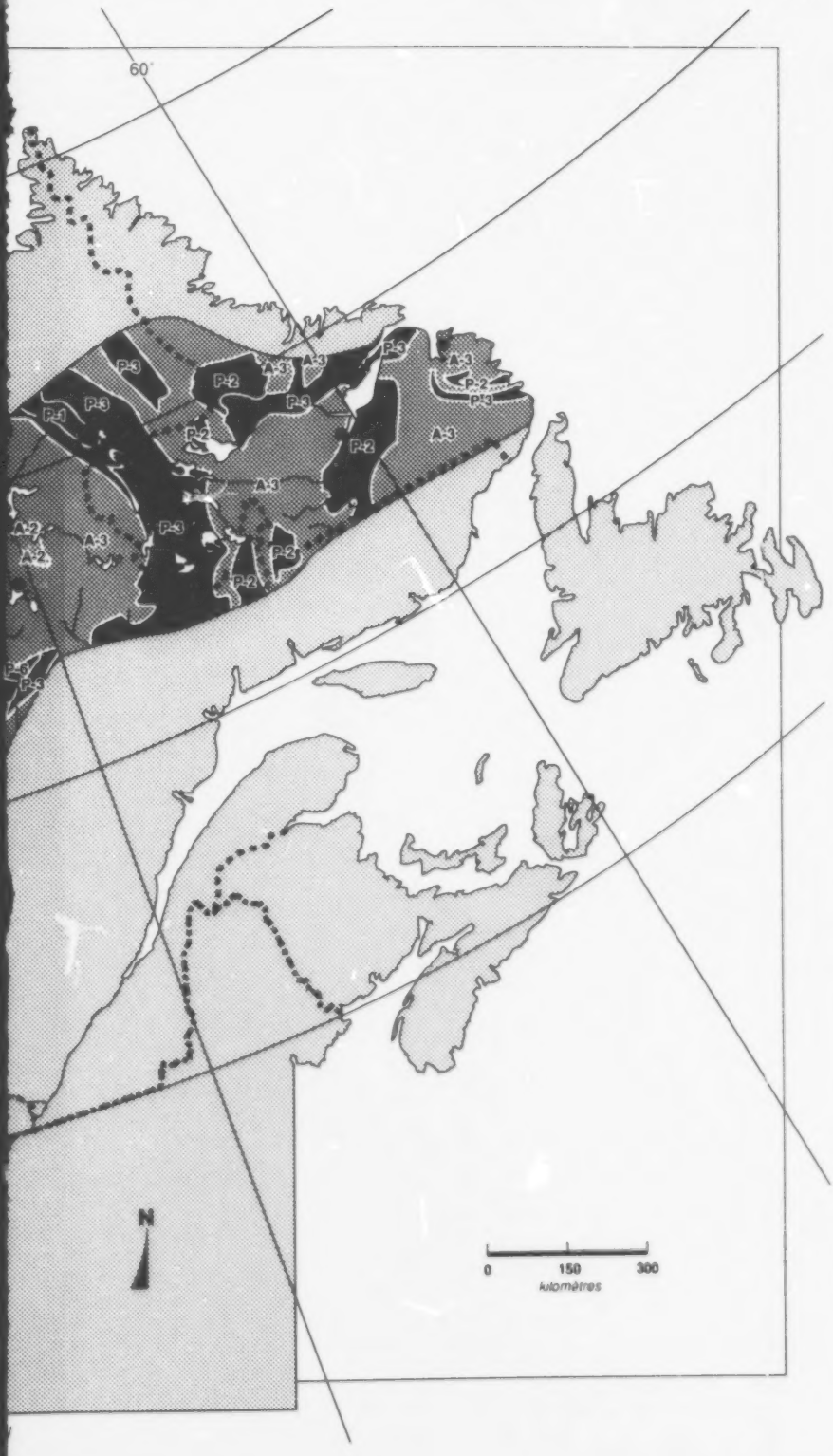
La roche de fond, qui ressemble à celle de la province du lac Supérieur, se divise en zones de roches sédimentaires et volcaniques métamorphisées entourées de granite et de gneiss granitique.

Province du Sud

Elle se trouve en plus grande partie dans le nord des États-Unis. Au Canada, elle ne possède, dans la région cartographiée, qu'un petit appendice sur le rivage nord-ouest du lac Supérieur (fig. 2.5.1). Sa formation est à peu près contemporaine de celle de la province de Churchill.

Dans la région cartographiée, la roche de fond se compose de roches volcaniques et sédimentaires horizontales qui n'ont pas été métamorphisées. On y trouve des conglomérats, des formations


Baie d'Ungava
Baie d'Hudson
Baie James
PLATE-FORME D'HUDSON
PLATE-FORME DE L'INTÉRIEUR
BOUCLIER CANADIEN
Lac Supérieur
Lac Huron
Lac Michigan
Lac Ontario
Lac Érié
60
70
80
90
100
55
50
45
N



carte 2.5.3

ZONE D'ÉTUDE DES TERRES HUMIDES DU NORD

Roche de fond

Mésozoïque	Crétacé	C.1	argiles, sables, lignite
	Jurassique	J.1	grès, schiste argileux
Paléozoïque	Dévonien	D.3	calcaire, schiste argileux, grès, conglomérat
		D.2	calcaire, dolomie, schiste argileux, gypse
		D.1	schiste ampélitique
	Silurien	S.2	calcaire, dolomie, siltstone, schiste argileux, gypse, sel
		S.1	dolomie, calcaire, grès, schiste argileux
	Ordovicien	O.1	calcaire, calcaire sableux, grès
Protérozoïque		P.6	conglomérat, grès, schiste argileux, dolomie, calcaire
		P.5	complexe de roches ignées et sédimentaires: diabase, gabbro, diorite, basalte ultramafique, tuf, grès, schiste argileux, argilite, formation ferrifère
		P.4	diabase, gabbro, diorite, roches ultramafiques, granophyre
		P.3	roches sédimentaires faiblement à fortement métamorphisées (gneissiques), avec massifs intrusifs ignés de gabbro et de diorite
		P.2	anorthosite (intrusive ignée)
		P.1	roches volcaniques métaphorphisées, avec intrusions ignées basiques et ultrabasiques
Archéen		A.3	intrusions granitiques, gneiss granitique, migmatite, gneiss granulitique, charnockite
		A.2	roches sédimentaires faiblement à fortement métamorphisées (gneissiques), avec massifs intrusifs ignés de gabbro et de diorite
		A.1	roches volcaniques métamorphisées, avec intrusions ignées basiques et ultrabasiques

Sources
Carte géologique du Canada, 1:5 000 000 (Énergie, Mines et Ressources, 1970)

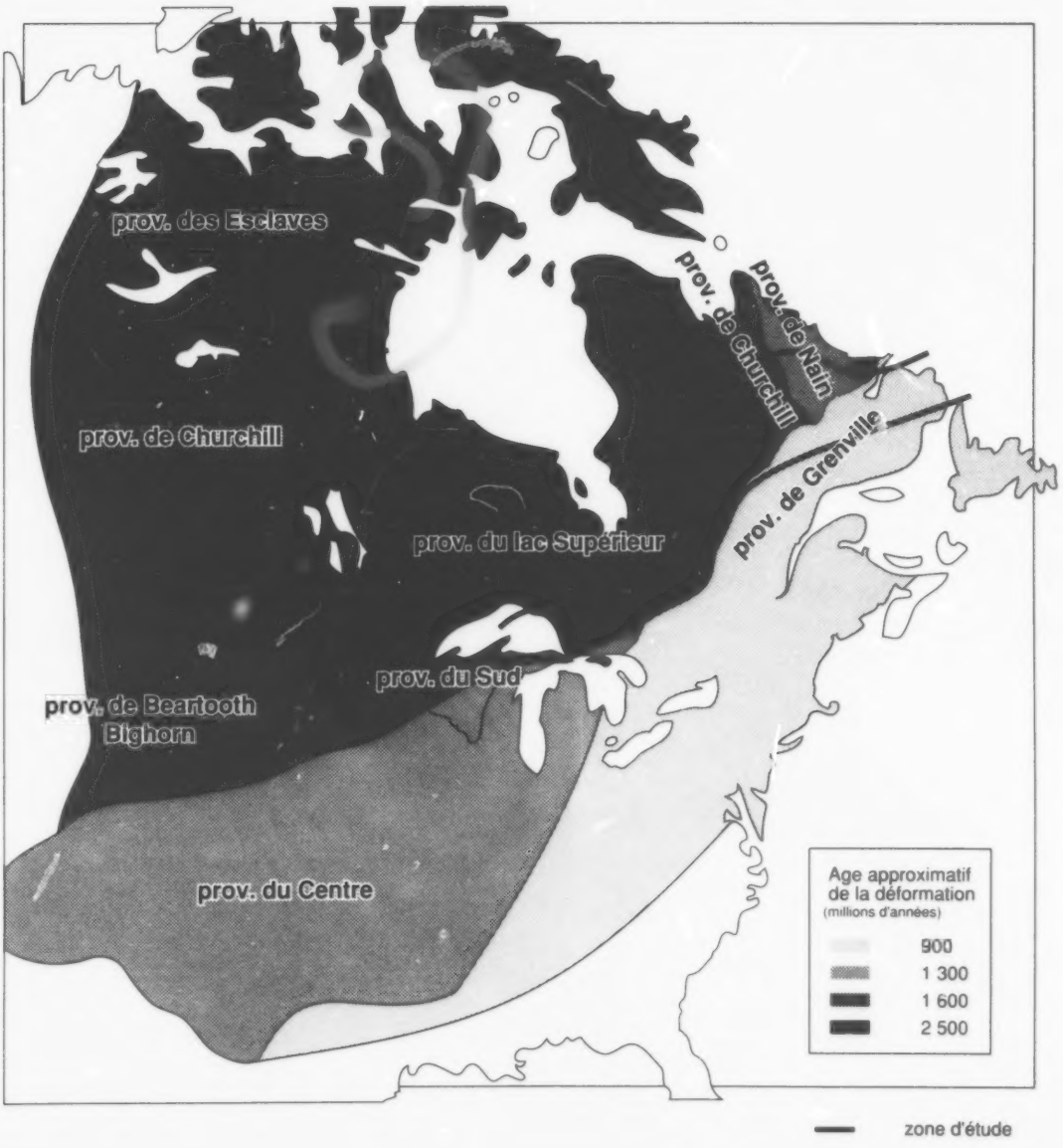
Carte géologique et routière - Nord de l'Ontario, 1:600 000 (Ministère du Développement du Nord et des Mines, 1979)

Principales régions minières du Canada, 1:7 603 200 (Énergie, Mines et Ressources, 1988)

Projection stéréographique polaire

FIGURE 2.5.1

Provinces structurales du Précambrien dans l'est de l'Amérique du Nord Provinces structurales du Précambrien, tracées sous les strates sédimentaires qui les recouvrent (d'après Clark et Steam, 1968).



ferrifères, de l'argillite, de la taconite, du calcaire, du chert, du grès et d'épais épanchements de lave basaltique. Des intrusions de gabbro et de diabase traversent les roches sédimentaires et volcaniques les plus anciennes.

Cette province est très distincte de l'archétype du Bouclier canadien, tant par la nature que par la structure des roches (c'est-à-dire qu'elle se compose de roches litées horizontales plutôt que de roches cristallines massives). Le caractère géologique de la région délimite la division physiographique des collines de Port-Arthur (carte 2.5.2; J-7).

Province de Nain

Cette province occupe la plus grande partie du nord du Labrador (fig. 2.5.1). Elle s'est constituée il y a environ 1,3 milliard d'années.

Structuralement orientée vers le nord, cette province interrompt brusquement celle de Churchill, orientée vers le nord-ouest. Sa roche de fond est constituée d'un complexe de roches plissées, horizontales et intrusives. Sa caractéristique principale réside dans de vastes massifs intrusifs d'anorthosite (variété de feldspath). Parmi les autres types de roches, citons les intrusions de gabbro, les roches volcaniques métamorphisées, le granite et le gneiss granitique.

Province de Grenville

C'est la plus jeune des provinces, âgée de quelque 0,9 milliard d'années. Elle interrompt les provinces du lac Supérieur, de Churchill et de Nain à leur limite sud-est, où elle forme une frontière abrupte nommée front de Grenville. La province occupe le sud-est de la région cartographiée au Québec et dans le sud du Labrador (fig. 2.5.1).

Les roches y sont fortement métamorphisées et plissées de façon complexe. Les types de roches traduisent ce caractère fortement métamorphique, les plus communs étant le schiste micacé, le gneiss granitoïde, la granulite, l'amphibolite, le quartzite et le marbre (calcaire métamorphisé).

2.5.3.2 PLATE-FORME DE L'INTÉRIEUR

Cette province, qui constitue le sud-ouest de la région cartographiée, au Manitoba, consiste en roches postérieures au Précambrien. Il s'agit d'une vaste unité géologique constituée de strates sédimentaires presque horizontales, qui forme le socle rocheux de la région physiographique des plaines intérieures (carte 2.5.2; I-2). Elle occupe l'ouest des Territoires du Nord-Ouest, l'extrémité nord-est de la Colombie-Britannique, la plus grande partie de l'Alberta, le sud du Saskatchewan et le sud-ouest du Manitoba.

Dans la région cartographiée, la géologie prédominante consiste en carbonates (calcaires et dolomies) et en évaporites (gypse et anhydrite) du Paléozoïque remontant à l'Ordovicien, au Silurien et au Dévonien. Par dessus ces strates on trouve le schiste argileux et le grès mésozoïques (du Jurassique), qui leur sont postérieurs. Dans les sédiments profonds de ce bassin, vers l'ouest de la région cartographiée, on trouve des gisements considérables de pétrole, de gaz et de potasse.

2.5.3.3 PLATE-FORME DE LA BAIE D'HUDSON

La bordure méridionale de la plate-forme de la baie d'Hudson délimite, au Manitoba, en Ontario et au Québec, la région physiographique dite des basses-terres de la baie d'Hudson (carte 2.5.2; H-3 et carte 2.5.3). La roche de fond est constituée presque entièrement de carbonates (calcaire et dolomie, 55 pour 100) et de siltstone (37 pour 100). Parmi les autres types de roches, citons le sable, l'argile et le lignite déposés pendant le Crétacé (la plus récente des strates dans la zone d'étude) ainsi que du grès et du gypse en quantités réduites. Leur âge varie de 450 à 65 millions d'années.

On trouve les roches précambriennes du Bouclier canadien dans un vaste croissant qui traverse le nord-est des basses-terres (types de roches p-5). Ces roches du Bouclier forment les crêtes de Sutton, composées de roches riches en fer (formations ferrifères) et de roches ignées cristallines (diabase, gabbro) où elles affleurent. Leur présence marque une réduction de l'épaisseur de la plate-forme de la baie d'Hudson dans la région, en raison de la présence d'une arche structurale élevée à l'intérieur du Bouclier sous-jacent.

2.5.4 DÉPÔTS SUPERFICIELS

Les dépôts superfiels proviennent de l'érosion et de la sédimentation à la surface de la roche de fond. Dans la plus grande partie du Canada, y compris dans la zone d'étude, les formes de terrain superficielles résultent essentiellement d'une série d'au moins quatre grandes glaciations qui ont jalonné le Pléistocène (voici environ 1 million à 10 000 années). Depuis le retrait des derniers glaciers, l'érosion et la sédimentation ont été déterminées par les précipitations, les cycles de gel et de dégel ainsi que la gravité.

Les phénomènes caractéristiques des processus glaciaires sont l'érosion des surfaces de la roche de fond (phénomènes érosifs) et l'accumulation de divers sédiments déposés et façonnés par les glaciers, par les eaux courantes (phénomènes fluvioglaciaires) les lacs glaciaires (phénomènes glaciolacustres) ou l'élévation du niveau des mers (phénomènes glaciomarins).

L'érosion glaciaire s'est exercée de façon particulièrement intense sur la roche stratifiée des plates-formes de la baie d'Hudson et de l'Intérieur, relativement tendre en comparaison des roches cristallines massives du Bouclier canadien. Il s'ensuit que les roches sédimentaires ont fourni une grande quantité des débris qui, emportés par la progression des glaciers, ont formé de vastes dépôts. Ceux-ci, en raison de leur origine, sont de granulométrie plutôt fine et assez riches en bases. Les roches du Bouclier, résistantes, s'altèrent en produits qui tendent à être plus grossiers et plus acides.

Les dépôts consistent, d'une part, en tills faiblement triés, comme les moraines de fond, les moraines terminales, le till d'ablation et les drumlins déposés directement par la glace. D'autre part, ils comprennent également des dépôts stratifiés bien triés, comme les épandages, les eskers et les sédiments lacustres ou marins. Dans la zone d'étude, les moraines terminales les plus étendues et les plus continues se trouvent en Ontario, au nord-ouest du lac Supérieur. Les plaines de till à drumlins sont caractéristiques du centre-nord du Manitoba et du centre du Labrador.

Les dépôts de tourbe sont l'exemple le plus remarquable et le plus répandu de dépôts superficiels qui se sont formés depuis la fin des glaciations. Les autres formations de cette catégorie sont surtout le résultat de l'érosion et des dépôts fluviaux : terrasses fluviales, plaines alluviales, littoraux lacustres et marins, décrochements ou dunes de sable.

La carte des dépôts superficiels (carte 2.5.4) délimite les régions où dominent les dépôts glaciomarins, glaciolacustres et morainiques (tills) de même que les régions lithodépendantes, comme la roche de fond exposée ou recouverte d'un till mince. Les dépôts fluvioglaciaires tels que les eskers et les kames sont d'étendue trop limitée pour figurer sur la carte 2.5.4.

Les zones lithodépendantes, qui appartiennent au Bouclier canadien, se caractérisent par une topographie valonnée à montueuse, les lacs et les terres humides étant cantonnés dans des poches ou des dépressions à la surface de la roche de fond. La modification de cette surface par d'épais dépôts glaciaires (carte 2.5.4) accroît considérablement les possibilités d'apparition de terres humides.

La plus grande partie du Bouclier consiste en roche de fond exposée, ou recouverte d'un mince placage de till. Le deuxième type de surface le plus répandu est celui qui est cartographié sous l'appellation de moraine de fond. Ce matériau consiste en une combinaison de till de fond et de till d'ablation essentiellement dérivé des roches du Bouclier. Le till de fond (déposé à la base de la nappe de glace) est formé d'un mélange de limon, de sable et de blocs rocheux. Il tend à être très compact en raison de la pression de la glace qui l'a recouvert et, par conséquent, il est peu perméable. Le drainage y est donc pauvre à imparfait; lorsqu'il est encore réduit par des formations superficielles telles que les drumlins, de vastes complexes de terres humides peuvent se former. Le phénomène est particulièrement fréquent dans les vastes plaines de till à drumlins du sud du Labrador. Par constraste, le till d'ablation consiste en un mélange plus lâche de matériaux qui ont été déposés par la fonte et le retrait de la glace. Ces sédiments tendent à être davantage oxydés et sont plus favorables à l'infiltration.

Les sédiments glaciolacustres sont constitués d'argiles et de limons à grain fin, déposés sur de grandes superficies du Bouclier et de la plaine du Manitoba par de vastes lacs glaciaires. Ces derniers se sont formés devant la nappe de glace, durant son retrait vers le nord. Les sédiments montrés sur la carte proviennent surtout de deux grands lacs

glaciaires : le lac Agassiz (Manitoba et nord-ouest de l'Ontario) et le lac Barlow-Ojibway (nord-est de l'Ontario). Ces régions possèdent un drainage imparfait à pauvre et, en raison du modelé plat, on y trouve de nombreuses terres humides qui peuvent occuper des régions étendues. Les vastes terres humides qui entourent le lac Winnipeg de même que celles qui occupent le nord du Manitoba et le nord-est de l'Ontario (zone argileuse) se sont formées sur des dépôts glaciolacustres.

Les sédiments glaciomarins des basses-terres de la baie d'Hudson consistent en argiles et en limons riches en carbonates. La présence de sédiments fins recouvrant une vaste plaine côtière sans grand relief a abouti à la formation de complexes de terres humides continus dans cette région. À l'est et au nord-est de la baie James, les sédiments marins ne sont pas aussi continus, et la topographie est tributaire de la roche de fond du Bouclier. Il s'ensuit que les terres humides sont moins étendues dans ces deux régions.

2.5.5 BIBLIOGRAPHIE

Bostock, H.S. 1970. Subdivisions physiographiques du Canada. Dans *Géologie et ressources minérales du Canada*. R.J.W. Douglas (directeur de la publication), Ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, Imprimeur de la Reine. Ottawa, p. 11-34.

Braithwaite, M. 1970. The Western Plains. The Illustrated Natural History of Canada. Toronto.

Clark, T.H. et C.W. Stearn. 1968. Geological Evolution of North America. The Ronald Press Co. NY.

Douglas, R.J.W., H. Gabrielse, J.O. Wheeler, D.F. Stott et H.R. Belyea. 1970. Géologie de l'Ouest du Canada. Dans *Géologie et ressources minérales du Canada*. R.J.W. Douglas (directeur de la publication), Ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, Imprimeur de la Reine, Ottawa : 409-547.

Énergie, Mines et Ressources. 1970. Géologie et ressources minérales du Canada. R.J.W. Douglas (rédacteur scientifique), Commission géologique du Canada, Série de la géologie économique, n° 1, Cartes 1250 A (Carte géologique du Canada), 1253 A (Carte glaciaire du Canada) et 1254 A (Carte physiographique du Canada), au 1/5 000 000.

Énergie, Mines et Ressources. 1974. *L'atlas national du Canada*. 4e édition, Macmillan Co. of Canada, Toronto.

Énergie, Mines et Ressources. 1988. Principales régions minières du Canada. Commission géologique du Canada, Ottawa, Ontario, carte 900A, échelle : 1/7 603 200.

Gilbert, G., R.G. Hélie et J.M. Mondoux. 1985. Sensibilité de l'écosystème aux précipitations acides au Québec. Partie A : Écorégions et écodistricts du Québec. Série de la classification écologique des terres, n° 20, Direction générale des terres, Environnement Canada, Ottawa, Ontario, 87 p. et cartes au 1/2 500 000.

Groupe de travail national sur les terres humides. 1986. Canada : les terres humides : cartes des régions de terres humides et de leur distribution. Comité canadien de la classification écologique du territoire, Direction générale des terres, Environnement Canada, Ottawa, 2 cartes au 1/7 500 000 et fiche d'information.

Loupoukhine, N., N.A. Prout et H.E. Hirvonen. 1978. Ecological Land Classification of Labrador. Direction générale des terres, Pêches et Environnement Canada, Série de la classification écologique des terres, n° 4. Halifax (N.-É.), 85 p. et carte dépliante.

Manitoba-Canada Soil Survey. 1986. Soil landscapes of Canada : Manitoba. Centre de recherches sur les terres, Agriculture Canada, Ottawa (Ontario), échelle : 1/1 000 000.

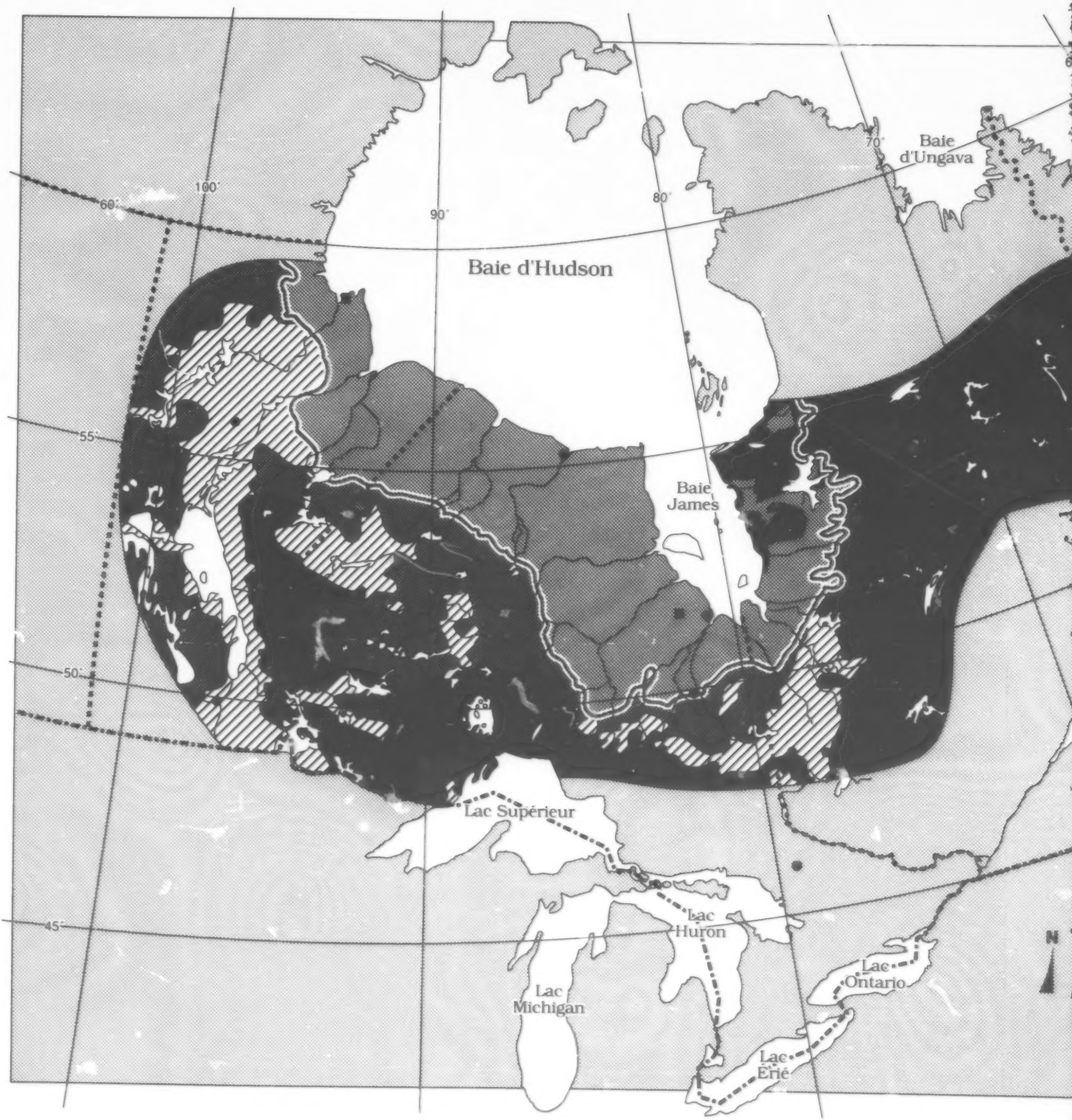
Ministère du Développement du Nord et des Mines. 1979. Carte géologique et routière - Nord de l'Ontario. Commission géologique de l'Ontario, échelle : 1/200 000.

Ministère du Développement du Nord et des Mines. 1987. Surficial geology of Ontario. Commission géologique de l'Ontario, carte 2518, échelle : 1/200 000.

Onakawana Development Ltd. 1973. Onakawana Project; lignite mine and power plant development, engineering feasibility study and economic analyses. Rapport 5366-4-73 du ministère des Richesses naturelles de l'Ontario, 2 volumes.

Riley, J.L. 1982. Hudson Bay Lowland floristic inventory, wetlands catalogue and conservation strategy. *Le naturaliste can.*, 109, p. 543-555.

Stockwell, C.H., J.C. McGlynn, R.F. Emslie, B.V. Sanford, A.W. Norris, J.A. Donaldson, W.F. Fahrig et J.A. Currie. 1970. Géologie du Bouclier canadien. Dans *Géologie et ressources minérales du Canada*. R.J.W. Douglas (directeur de la publication), Ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, Imprimeur de la Reine, Ottawa, p. 49-165.


Baie d'Ungava
Baie d'Hudson
Baie James
Lac Supérieur
Lac Huron
Lac Michigan
Lac Ontario
Lac Erié
60°
100°
90°
80°
70°
55°
50°
45°
N

carte 2.5.4

ZONE D'ÉTUDE DES TERRES HUMIDES DU NORD

Dépôts superficiels

- Dépôts glaciomarins
  - composés principalement de limons sableux et d'argiles limoneuses
  - comprennent des cordons de plage soulevés de sable grossier graveleux, entourant la baie d'Hudson et la baie James
- Dépôts glaciolacustres
  - composés principalement de limons, d'argiles limoneuses et d'argiles
- Moraine de fond
  - composée de tills sableux à sablo-graveleux d'épaisseur variable reposant sur la roche de fond
  - comprend des dépôts fluvioglaciaires sablo-graveleux comme les eskers, les kames et les plaines d'épandage
- Placage de till sur la roche de fond et roche de fond exposée
- Prédominance de la roche de fond exposée
- Étendue maximale de l'inondation marine postglaciaire

Sources
Carte glaciaire du Canada, 1:5 000 000 (Énergie, Mines et Ressources, 1970)
Soil Landscapes of Canada, Manitoba, 1:1 000 000 (Manitoba Canada Soil Survey, 1986)
Surficial Geology of Northern Ontario, 1:12 000 000 (Ministère du Développement du Nord et des Mines, 1987)
Sensibilité de l'écosystème aux précipitations acides au Québec, 1:2 500 000 (Gilbert et al., 1985)
Écorégions du paysage du Québec, 1:2 500 000 (Gilbert et al., 1985)
Ecological Land Classification of Labrador, 1:1 000 000 (Lopoukhine et al., 1978)

Projection stéréographique polaire

2.6 SOLS ET PERGÉLISOL

2.6.1 SOLS ET PÉDOCLIMATS

La Commission canadienne de pédologie (1978) définit un sol comme étant un matériau naturel non consolidé, minéral ou organique, qui se trouve à la surface de la terre et qui peut assurer la croissance des plantes. Les sols sont produits par l'interaction, au fil du temps, des matériaux superficiels et du climat. La température de l'air, les précipitations, la végétation, la pente du terrain, la texture des matériaux d'origine et le temps sont les principaux facteurs de pédogénèse qui influent sur l'ampleur et la nature de ce phénomène.

2.6.1.1 TYPES DE SOLS, RÉPARTITION ET ÉVOLUTION

Le système canadien de classification des sols reconnaît neuf grands ordres pédologiques qui englobent tous les sols au Canada. Il est hiérarchique en ce sens que chaque ordre se subdivise en grands groupes subdivisés à leur tour en sous-groupes. Pour une description détaillée des principales caractéristiques physico-chimiques des sols canadiens, consulter *Le système canadien de classification des sols* (Commission canadienne de pédologie, 1978) et *Soils of Canada* (Clayton *et al.*, 1977).

On trouve, dans la zone d'étude, huit de ces neuf ordres de sols (carte 2.6.1) : chernozémique, luvisolique, podzolique, brunisolique, régosolique, gleysolique, organique et cryosolique; il y manque l'ordre solonetzique. Les divisions de la carte 2.6.1 représentent les grands groupes dominants de sols. Pour être dominant, un groupe doit constituer au moins 50 pour 100 de la superficie.

Tous les sols qui se forment dans les régions de terres humides se classent parmi les ordres organique, cryosolique et gleysolique. Si la profondeur de tourbe, dans une terre humide, dépasse 40 cm, les sols sont classés comme organiques. Le sol des bogs, des fens ainsi que des marécages dits pauvres font surtout partie de l'ordre organique, lequel se subdivise en grands groupes (fibrisols, mésisols et humisols) correspondant aux degrés de décomposition de la tourbe. Les fibrisols sont les moins décomposés, les mésisols sont modérément décomposés, et les humisols sont les plus décomposés. Chimiquement, cette gradation de l'humification se traduit par un rapport entre les concentrations de carbone et d'azote, qui diminue en raison directe de la décomposition de la matière organique.

Les sols de tourbière pergélisolés sont classés dans le grand groupe des cryosols organiques de l'ordre cryosolique. Selon leur définition, l'épaisseur de la tourbe y dépasse 40 cm et le pergélisol s'y trouve à moins de 1 m de la surface.

Les gleysols sont des sols minéraux (moins de 40 cm d'accumulation de tourbe) qui se forment dans des conditions de saturation prolongée ou d'élévation de la nappe phréatique, ou les deux. On les trouve dans les forêts des terres émergées imparfaitement drainées et dans les terres humides à sol minéral telles que les marais et les marécages dits riches.

Sols Chernozémiques (A)

Ce sont des sols au drainage variant de bon à imparfait, aux horizons de surface foncés par l'accumulation de matière organique attribuable à la décomposition de graminées et de dicotylédones herbacées dans des conditions d'humidité sèche à normale (Clayton *et al.*, 1977; Commission canadienne de pédologie, 1978). Ces sols, caractéristiques des Prairies, se forment dans la prairie ou dans les régions de transition entre la prairie et la forêt. On n'en trouve qu'à l'extrémité sud-ouest de la région cartographiée, dans les environs du lac Manitoba.

Ces sols possèdent une bonne structure, des horizons supérieurs foncés, riches en humus, et des horizons inférieurs riches en bases (Clayton *et al.*, 1977). Ils se forment dans les régions au pédoclimat boréal frais à cryoboréal froid, continental subhumide à subaride, caractéristique du centre-sud du Canada (section 2.6.1.2).

Deux grands groupes de chernozems, les noirs et les gris foncé, s'observent dans la région cartographiée. Les chernozems noirs sont plus typiques de la prairie véritable, subhumide. Les chernozems gris foncés se forment dans les zones de transition subhumides à humides entre la prairie et la forêt.

Sols Luvisoliques (C)

Ces sols se forment sous la végétation forestière dans les climats tempérés à froids, et leur drainage varie de bon à imparfait (Clayton *et al.*, 1977; Commission canadienne de pédologie, 1978). Ils se caractérisent par le lessivage des matières colloïdales contenues dans les horizons supérieurs pâles, ce qui entraîne l'accumulation de celles-ci dans les horizons intermédiaires. La caractéristique la plus propre à ces sols est l'enrichissement des argiles silicatées de l'horizon intermédiaire. Les horizons supérieurs varient de la neutralité à l'acidité modérée, tandis que les matériaux d'origine sont généralement neutres à alcalins et peuvent renfermer des accumulations de chaux.

Les sols luvisoliques s'observent surtout dans l'ouest du Québec ainsi que du centre au sud-est du Manitoba. On les trouve également dans le nord-ouest et le nord-est de l'Ontario. Ils se forment le plus souvent sur des dépôts superficiels glaciolacustres fins. En général, ils occupent les parties les mieux drainées de ces régions, les localités au drainage pauvre étant occupées par les sols plus humides (gleysoliques et organiques).

Dans la zone d'étude, les sols luvisoliques sont surtout gris. Ils se forment sous la végétation de la forêt boréale (mixte ou essentiellement constituée de conifères) ainsi que dans les pédoclimats boréaux à cryoboréaux.

Sols Podzoliques (D)

Ce sont des sols minéraux dont le drainage varie de bon à imparfait, qui se forment dans des conditions de lessivage acide (Clayton *et al.*, 1977; Commission canadienne de pédologie, 1978). La teneur en bases est faible en raison du lessivage causé par les acides et les colloïdes organiques, qui s'enfoncent dans le profil et s'accumulent dans les horizons intermédiaires. La matière organique est le produit d'une végétation composée d'éricacées et de conifères. Les horizons intermédiaires du podzol se caractérisent par l'accumulation de matériaux organiques solubles ou d'oxydes de fer et d'aluminium, ou des deux. Le pédoclimat est généralement froid à modéré et humide à perhumide (section 2.6.1.2).

Les sols podzoliques du grand groupe des podzols humo-ferriques, s'observent dans toute la zone d'étude. Ils se forment principalement sur les tills acides à blocaux, dans les régions de moraine de fond et de till d'ablation. Les roches du Bouclier canadien fournissent la plus grande partie du matériau superficiel; les sols podzoliques prédominent donc dans le Bouclier. On trouve des poches localisées de sol podzolique, particulièrement des podzols humiques et des podzols ferro-humiques, dans les dépôts de plages soulevées des basses-terres de la baie d'Hudson, en Ontario et dans l'ouest du Québec. Ces podzols se sont formés sur des matériaux calcaires, dans le millénaire qui a suivi la formation des crêtes de plages (Protz, 1982a; Protz *et al.*, 1984 et 1988).

Sols Brunisoliques (E)

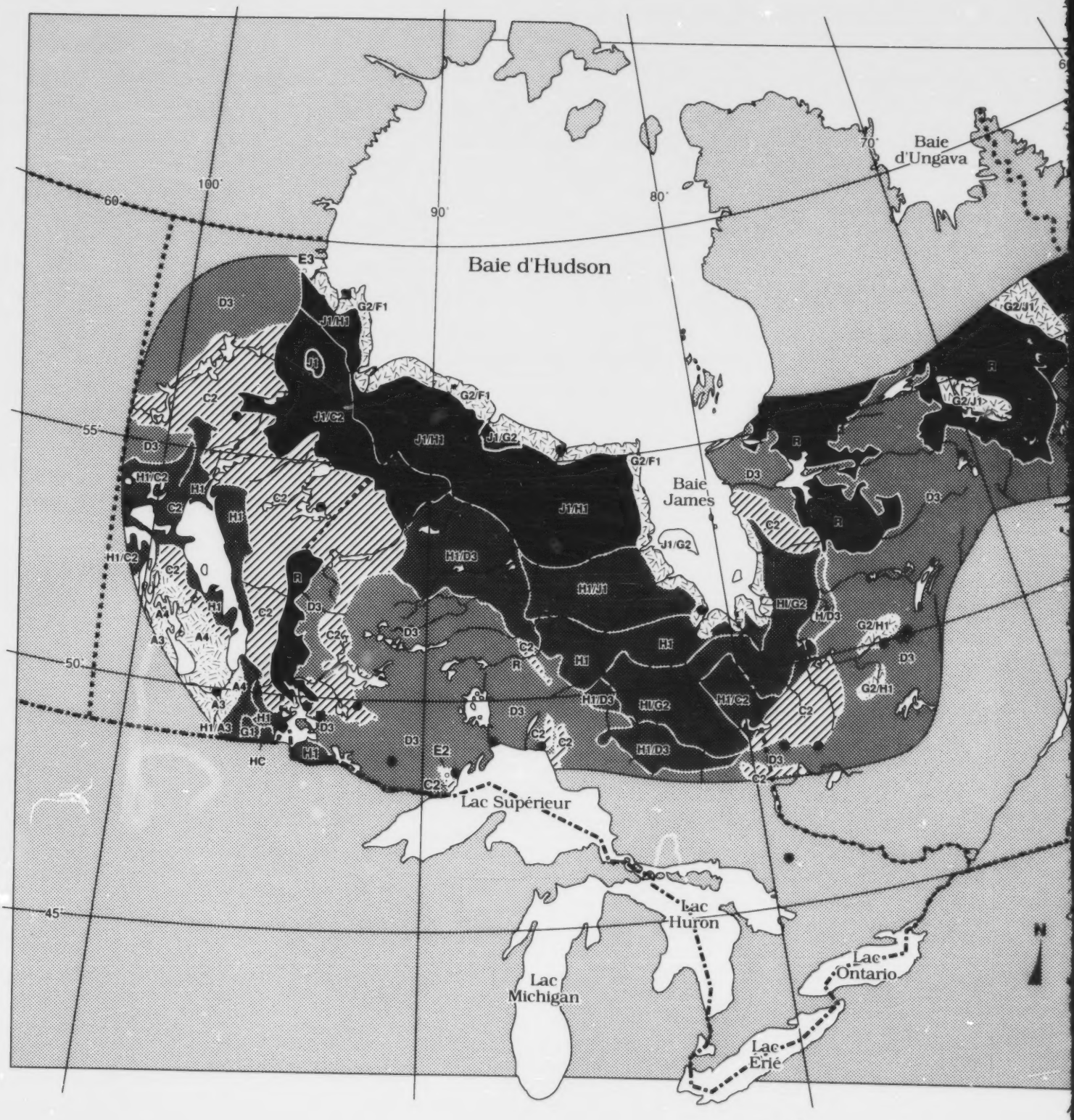
Ces sols se forment sur les sols minéraux au drainage variant de bon à imparfait. Ils se caractérisent par des horizons intermédiaires brunâtres, qui ne sont pas suffisamment altérés pour répondre aux critères physico-chimiques des autres sols tels que les podzols ou les luvisols. Il s'ensuit que leurs caractéristiques pédochimiques reflètent en grande partie les conditions dans lesquelles se trouvait le matériau superficiel initial et que ces sols peuvent être acides (brunisols dystriques) ou basiques (brunisols eutriques) (Clayton *et al.*, 1977; Commission canadienne de pédologie, 1978). En général, ils tendent à être légèrement plus acides dans les horizons supérieurs, en raison d'un lessivage réduit.

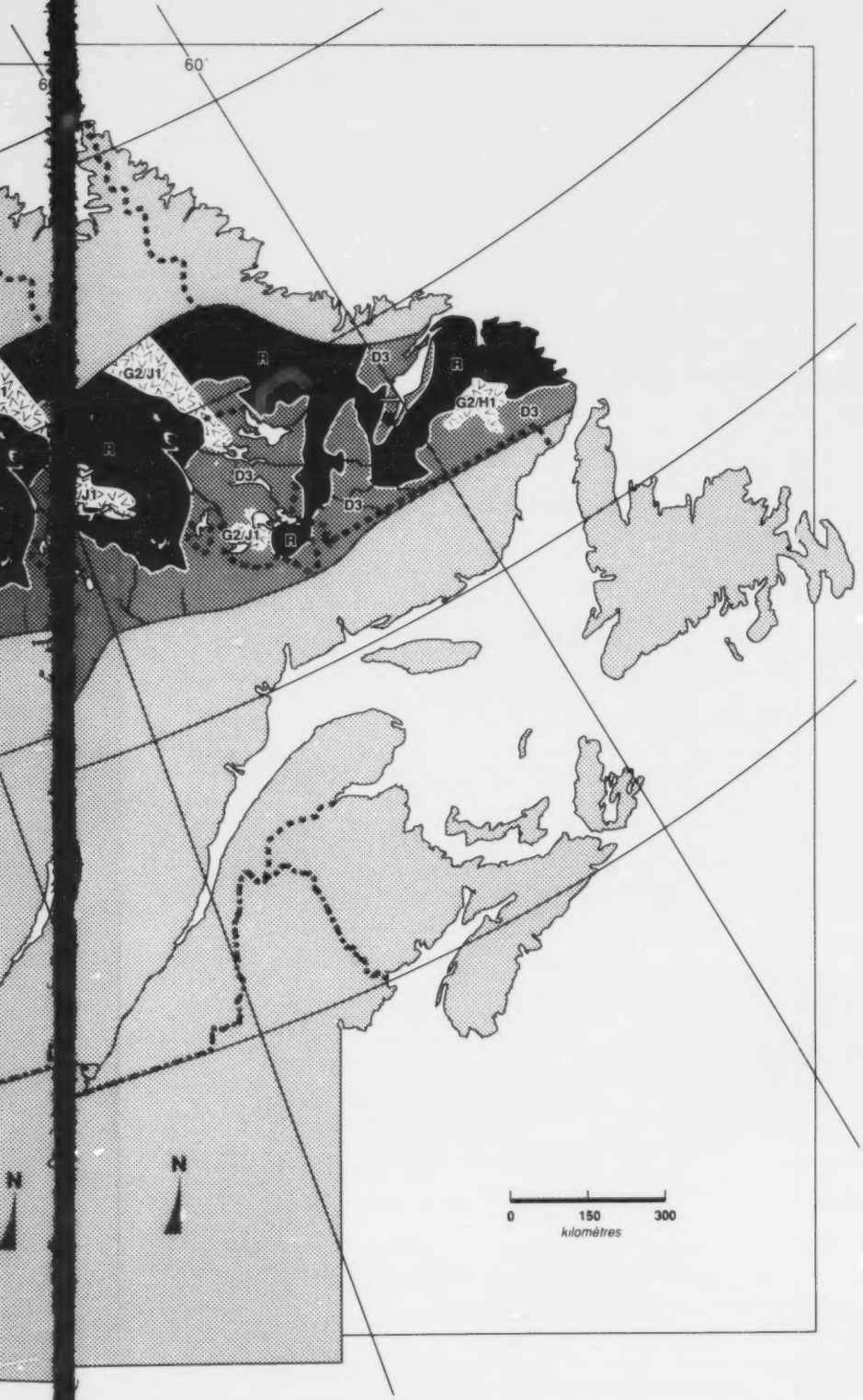
Les régions de la zone d'étude où la carte indique des sols à prédominance brunisolique sont peu étendues (carte 2.6.1). On ne les trouve qu'à proximité de Thunder Bay (Ontario) et au nord de Churchill (Manitoba). Les brunisols se forment dans un vaste éventail de conditions climatiques et floristiques, à partir de divers matériaux d'origine. Ils sont donc abondants dans toute la zone d'étude, en association avec d'autres types de sols.

La température et l'humidité vont respectivement de mésique à arctique et de perhumide à semi-aride, (section 2.6.1.2). En général, les brunisols sont plus étendus dans le Nord, et sont surtout représentés à l'extérieur de la zone d'étude, dans le centre-sud des Territoires du Nord-Ouest et au Yukon.

Sols Régosoliques (F)

Ce sont des sols dont l'évolution est insuffisante pour répondre aux critères des autres ordres (Clayton *et al.*, 1977; Commission canadienne de


Baie d'Hudson
Baie d'Ungava
Baie James
Lac Supérieur
Lac Huron
Lac Michigan
Lac Ontario
Lac Erié
100°
90°
80°
70°
60°
55°
50°
45°
N
E3
G2/F1
J1/H1
J1/C2
J1/G2
H1/C2
H1/D3
H1/J1
H1/G2
G2/J1
G2/H1
D3
C2
H1
R
A3
A4
G1
HC
E2



carte 2.6.1

ZONE D'ÉTUDE DES TERRES HUMIDES DU NORD

Sols

	Ordre de sol dominant	*Grand groupe de sol dominant*
	Chernozémique	A3 Noir A4 Gris foncé
	Luvisolique	C2 Luvisol gris
	Podzolique	D3 Podzol humo-ferrique
	Brunisolique	E2 Brunisol eutrique E3 Brunisol dystrique
* ne prédomine en aucun cas	**Régosolique**	F1 Régosol orthique
	Gleysolique	G1 Gleysol humique G2 Gleysol orthique
	Organique	H1 Fibrisols et mésisols
	Cryosolique	J1 Cryosols organiques
	Terrain rocheux	R

* lorsque deux classes sont indiquées, la première occupe plus de 50 % de la superficie

Source :
Soil Map of Canada/IRT, 1/5 000 000 (Agriculture Canada, 1972)
Répartition des terres humides, 1/7 500 000
(Groupe de travail national sur les terres humides, 1986)

Projection stéréographique polaire

pédologie, 1978). On les trouve sur des matériaux d'origine non consolidés ayant subi une altération minime et qui, par conséquent, selon l'origine du matériau superficiel, peuvent être acides ou basiques.

Sur la carte, ils ne figurent, à l'intérieur de la zone d'étude, que comme catégorie sous-dominante dans la bordure littorale immédiate des basses-terres de la baie d'Hudson. On les trouve sur les matériaux calcaires de plage qui, malgré leur podzolisation en cours, sont trop jeunes (en raison du relèvement postglaciaire) pour manifester des caractéristiques pédogéniques (Protz *et al.*, 1984 et 1988).

Au Canada, les sols régosoliques se retrouvent surtout dans l'extrême Nord, où les conditions climatiques rigoureuses et la jeunesse des sols (les plus récemment mis au jour par la déglaciation) limitent l'évolution de ces derniers.

Sols Gleysoliques (G)

Ce sont des sols minéraux au drainage pauvre dans lesquels la nappe phréatique affleure à la surface ou se trouve près de cette dernière durant des parties considérables de l'année (Clayton *et al.*, 1977; Commission canadienne de pédologie, 1978). Ils se forment sous une végétation d'hydrophytes, à savoir des communautés de laîches et de graminées, de buissons ou d'arbustes, de forêts ou de toundras. Les gleysols se forment en régime d'humidité subaquique à peraquique, sous toutes les classes de températures déterminées par les pédoclimats (section 2.6.1.2).

La diminution des concentrations d'oxygène entraînée par la saturation provoque l'apparition de couleurs ou de marbrures caractéristiques dans les sols gleysoliques. La gleyification est un phénomène facilement reconnaissable aux couleurs grise, olivâtre, gris-bleu ou verdâtre dans le corps principal du profil du sol et à la présence de taches rouges et jaune rougeâtre, ou les deux.

La faible profondeur de la nappe phréatique associée aux sols gleysoliques limite la migration vers le bas des bases et des oxydes d'aluminium ou de fer. La chimie de ces sols est donc conforme à celle du matériau d'origine, qui peut être acide ou basique. Les gleysols possèdent souvent une texture fine et un drainage interne réduit. Ces sols se rencontrent le plus souvent sur les limons et les argiles déposés par la mer et les anciens lacs glaciaires.

On trouve des sols gleysoliques dans l'ensemble de la zone d'étude, où ils coexistent habituellement avec les sols organiques (carte 2.6.1). Ce sont les sols dominants le long de la partie littorale basse de la baie James et de la baie d'Hudson (Protz, 1982b), dans le centre du Québec et le sud-est du Labrador. Ils apparaissent comme classe sous-dominante dans le nord-est de l'Ontario et le centre-ouest du Québec, par exemple, où ils sont dominés par les sols organiques.

Sols Organiques (H)

La formation de ces sols est due à l'accumulation nette en surface de matériaux organiques, principalement de mousses et de laîches hydrophytes, caractéristiques des sols saturés en permanence (Clayton *et al.*, 1977; Commission canadienne de pédologie, 1978). La nappe phératique se maintient au-dessus du substrat minéral durant la plus grande partie de l'année, sinon toute, habituellement à quelques centimètres de la surface du dépôt organique.

Les sols organiques sont dominants dans la zone d'étude, où ils coexistent avec les sols gleysoliques et cryosoliques sur de grandes étendues du nord de l'Ontario, du centre et du nord du Manitoba, et de l'ouest du Québec (carte 2.6.1). Les basses-terres de la baie d'Hudson et le pourtour du lac Winnipeg se caractérisent par de vastes étendues de sols organiques continus. Dans le Bouclier canadien, ils sont plus localisés, se cantonnant dans les dépressions de la roche de fond ainsi que dans les zones de matériaux morainiques compacts.

Sols Cryosoliques (J)

On trouve ces sols principalement dans le tiers septentrional du Canada, où le pergélisol se maintient à moins de 2 m de la surface (Commission canadienne de pédologie, 1978). Ils se forment dans les dépôts tant minéraux qu'organiques. Leur pédoclimat, essentiellement arctique à subarctique, englobe tous les régimes d'humidité (section 2.6.1.2). On les classe en trois grands groupes. Les cryosols organiques ont une épaisseur de tourbe de plus de 40 cm; les cryosols minéraux sont soit statiques, soit turbiques, selon l'ampleur des déplacements de matière sous l'influence du gel (cryoturbation).

À l'intérieur de la zone d'étude, les cryosols organiques tendent à couvrir de grande surfaces dans le nord des basses-terres de la baie d'Hudson (carte 2.6.1). Ils y forment le principal type pédologique dans les formes de terrain organique pergélisolées comme les palses et les plateaux tourbeux. Ils abondent donc dans le nord-ouest des basses-terres et se raréfient graduellement vers le sud et l'est.

2.6.1.2 PÉDOCLIMATS

Les pédoclimats (carte 2.6.2) ont été définis d'après l'interaction des conditions climatiques au-dessus du sol, à la surface de ce dernier et dans le mètre supérieur de la rhizosphère (Clayton *et al.*, 1977). Les conditions thermiques à la surface du sol et sous terre subissent l'influence de l'humidité, de sorte que les pédoclimats comprennent une classification de l'humidité des sols.

La définition des régimes de température se fonde sur des intervalles de températures mesurées du sol permettant de déterminer les périodes de croissance, de dormance et de gel. Chaque classe de températures est définie d'après la caractérisation de ces périodes par la durée, la température moyenne du sol (à 50 cm de profondeur) et la somme des degrés-jours (Tableau 2.6.1).

Les régimes d'humidité sont déterminés par la période de saturation (peraquique, aquique ou subaquique) ainsi que par l'intensité et l'ampleur des déficits d'eau (perhumide, humide et subhumide). L'humidité du sol joue un rôle prédominant sur les plans microclimatique et floristique. Les trois sous-classes d'aquicité, établies d'après l'estimation subjective de la durée de la période de saturation des sols associés, sont importantes à l'égard des terres humides. On les a créées afin de caractériser les régions dominées par des sols dont le drainage varie d'imparfait à très pauvre (Clayton *et al.*, 1977), comme les gleysols et les sols organiques (section 2.6.1.1), ce qui englobe toutes les régions de terres humides.

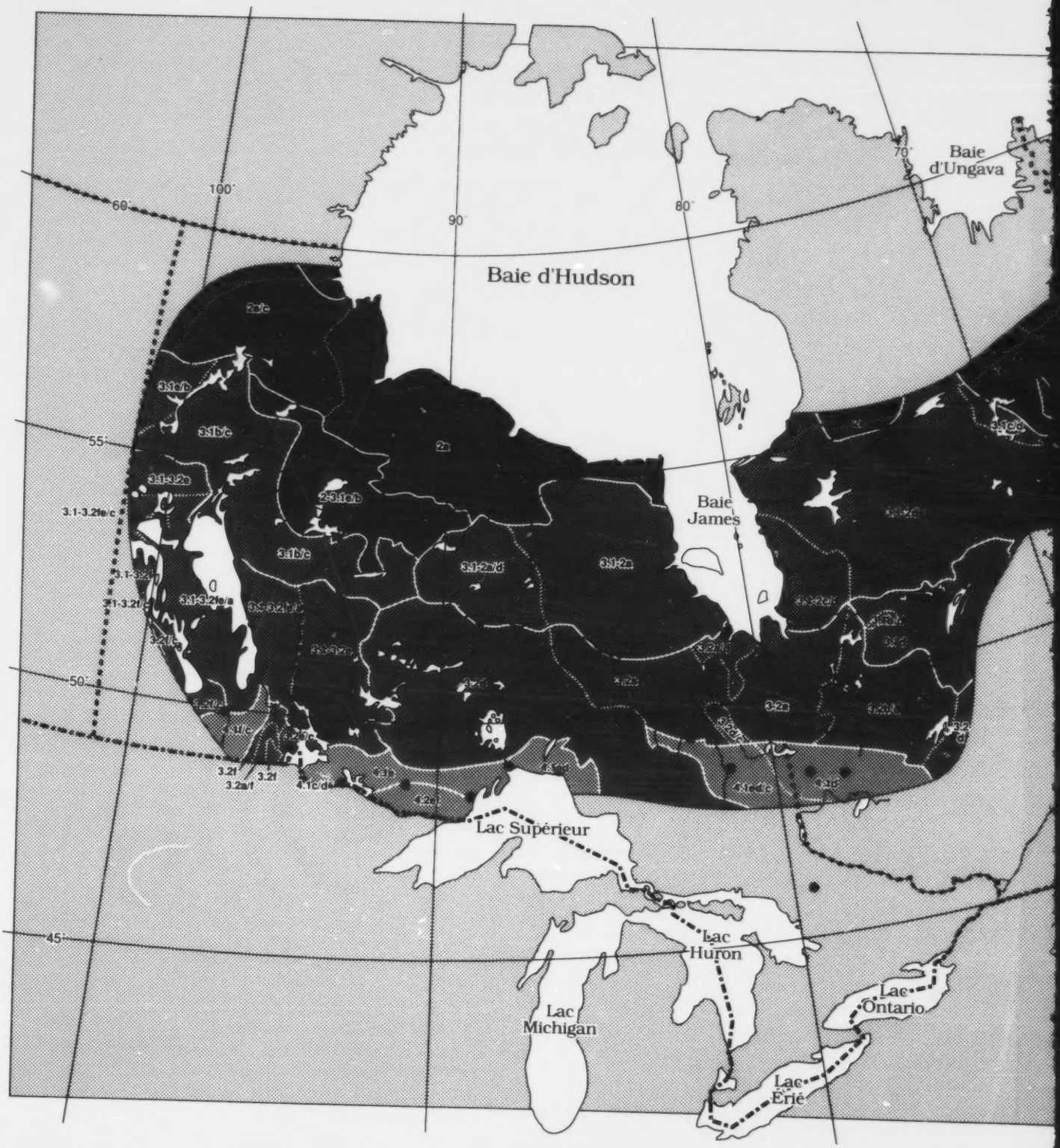
Les pédoclimats définis par Clayton *et al.* (1977), comprennent sept grandes classes de températures modifiées par dix sous-classes d'humidité. Les classes de températures sont les suivantes : arctique, subarctique, cryoboréale, boréale, mésique, thermique et hyperthermique. Les quatre premières peuvent s'observer dans la région cartographiée. Les sous-classes d'humidité comprennent trois régimes aquiques (peraquique, aquique et subaquique) et sept régimes humides (perhumide,

TABLEAU 2.6.1

Caractéristiques des quatres classes de température des sols observées dans la zone d'étude des terres humides du Nord (carte 2.6.2).

CLASSE DE TEMPÉRATURE	TEMPÉRATURE MOYENNE ANNUELLE DU SOL (°C)	TEMPÉRATURE MOYENNE ESTIVALE DU SOL (°C)	SAISON DE CROISSANCE >5 °C (jours)	SAISON DE CROISSANCE DEGRÉS-JOURS >5 °C	PÉRIODE THERMIQUE >15°C (jours)	PÉRIODE THERMIQUE DEGRÉS-JOURS >5 °C
ARCTIQUE	< -7	< 5	< 15	-	pas de période thermique	-
SUBARCTIQUE	-7 à 2	5 à 8	< 120	< 555	pas de période thermique	-
CRYOBORÉAL	2 à 8	8 à 15			durée négligeable	< 33
Froid			120 à 180	555 à 1 110		
Modérément froid			< 220	1 110 à 1 250		
BORÉAL	5 à 8	15 à 18				33 à 222
Frais			> 170	1 250 à 1 388	< 60	
Modérément frais			> 220	1 388 à 1 720	< 120	

SOURCE: Clayton *et al.*, 1977


Baie d'Ungava
Baie d'Hudson
Baie James
Lac Supérieur
Lac Huron
Lac Michigan
Lac Ontario
Lac Érié
100°
90°
80°
70°
60°
55°
50°
45°

carte 2.6.2

ZONE D'ÉTUDE DES TERRES HUMIDES DU NORD

Pédoclimats : température et humidité

Régime de température

1 Arctique
extrêmement froid, pergélisol continu

2 Subarctique
très froid, pergélisol discontinu
2.3.1 subarctique très froid à cryoboréal froid

3.1 Cryoboréal froid
3.1.2 cryoboréal froid à subarctique très froid
3.1.3.2 cryoboréal froid à modérément froid

3.2 Cryoboréal modérément froid

4.1 Boréal frais

4.2 Boréal modérément frais

Régime d'humidité

a	Peraquique	saturation durant de très longues périodes
b	Aquique	saturation durant des périodes modérément longues
c	Subaquique	saturation durant de brèves périodes
d	Perhumide	aucun déficit notable d'humidité (moins de 2.5 cm)*
e	Humide	très léger déficit d'humidité (de 2.5 à 6.4 cm)*
	ed	Dominante humide à perhumide
	ef	Dominante humide à subhumide
f	Subhumide	déficit notable d'humidité (de 6.4 à 12.7 cm)*
	fe	Dominante subhumide à humide

* déficit d'eau : quantité d'eau supplémentaire nécessaire aux cultures végétales pendant la période de croissance, et qu'elles ne peuvent extraire aisément du sol

Convention **3.1e/c**

régime de température — classe dominante d'humidité — classe sous-dominante d'humidité

Source
Soil Climates of Canada, 1:10 000 000 (Agriculture Canada, 1975)

Projection stéréographique polaire

humide, subhumide, semi-aride, subaride, aride et xérique). Dans la région cartographiée, on trouve six sous-classes d'humidité : les trois régimes aquiques et les trois premiers régimes humides énumérés ci-dessus.

Les caractéristiques des quatre classes de température qu'on retrouve dans la zone d'étude sont précisées sur le tableau 2.6.1, et leur répartition sur la carte 2.6.2. À l'intérieur de la zone d'étude, les pédoclimats varient du boréal, dans le sud, à l'arctique dans le nord-est et le nord-ouest. Les conditions arctiques, qui correspondent aux régions de pergélisol continu, sont restreintes à de petits secteurs du Manitoba et du Labrador. Le refroidissement attribuable à la mer le long de la côte de l'Atlantique au Labrador, mis en évidence par la température moyenne de l'air en juillet (carte 2.3.2A), ne s'observe pas sur la carte 2.6.2.

Dans la plus grande partie de la zone d'étude, l'humidité des sols est nettement excédentaire (sols de régimes peraquique à perhumide, carte 2.6.2). Les légers déficits d'humidité (sous-classe humide) sont limités aux tills à texture grossière du nord-ouest de l'Ontario et de certaines parties du Manitoba. Les déficits notables d'humidité (sous-classe subhumide) ne s'observent que dans l'extrémité sud-ouest de la zone d'étude, au Manitoba, qui correspond également aux maximums des températures moyennes quotidiennes de l'air en juillet, au rayonnement global annuel maximal, à la somme annuelle maximale des degrés-jours de croissance, ainsi qu'à la précipitation moyenne annuelle minimale.

En comparant la carte des sols (2.6.1) avec celle des pédoclimats (2.6.2), on constate que les régions dominées par les sols organiques, cryosoliques organiques et gleysoliques correspondent aux régions classées comme subarctiques ou cryoboréales et soumises aux régimes peraquique, aquique ou subaquique. C'est dans ces régions que l'on trouve également la plus forte concentration de terres humides. La température (de l'air et du sol) de même que l'humidité du sol semblent jouer un rôle prépondérant dans la formation et l'évolution des terres humides.

2.6.2 PERGÉLISOL

Selon Brown et Kupsch (1974), le pergélisol est l'état thermique où se trouvent le sol ou la roche dont la température se maintient sous 0 °C pendant au moins deux hivers consécutifs et l'été qui sépare ceux-ci. Cette définition se fonde sur des critères thermiques. La glace peut être présente ou non. Le cas échéant, elle peut se former en pellicule, en couches et en coins, remplir des fissures ou se présenter sous forme de masses irrégulières. (Brown, 1978).

À la surface, se trouve une couche de sol ou de roche appelée mollisol, qui fond en été et gèle chaque hiver (Brown, 1978). L'épaisseur du mollisol varie en fonction des propriétés isolantes des matériaux constituant le sol et du degré de réchauffement de la surface. Dans les terres humides, le pergélisol se forme dans des matières tourbeuses où le mouvement horizontal de l'eau est généralement absent ou limité, comme dans les bogs et certains fens. La tourbe assure une isolation supérieure à celle des sols minéraux, produisant ainsi des mollisols plus minces et une plus grande persistance de la glace saisonnière en été. Dans les régions plus méridionales, la présence de pergélisol est généralement limitée aux tourbières.

La carte du pergélisol (2.6.3) est tirée de l'*Atlas hydrologique du Canada* (Pêches et Environnement Canada, 1978). Il s'agit d'une mise à jour de la carte initiale *Le pergélisol au Canada* de R.J.E. Brown (1967), effectuée par celui-ci. Brown (1967 et 1978), s'est servi, pour délimiter les régions à pergélisol, des observations sur la présence de celui-ci ainsi que des mesures ou des estimations de la température moyenne annuelle du sol. Cette température a été mesurée sous la zone de variation saisonnière, en des endroits choisis, puis extrapolée compte tenu de la température moyenne annuelle de l'air, dérivée d'une moyenne sur 30 ans (de 1941 à 1970). La différence entre ces deux températures a été estimée à environ 3,3 °C en faveur de la température du sol, plus élevée (Brown, 1978). On constate l'existence de deux zones principales de pergélisol : zone de pergélisol continu et zone de pergélisol discontinu (carte 2.6.3). Cette dernière zone se subdivise en régions de pergélisol étendu et sporadique.

La division entre le pergélisol continu et le pergélisol discontinu repose sur l'isotherme de -5 °C de la température moyenne annuelle du sol, qui est de 8,3 °C (Brown, 1967). Dans la zone d'étude, cet isotherme ne s'observe que dans l'extrémité nord-ouest. Brown (1978) a montré que la zone de pergélisol continu suivait le rivage méridional de la Baie d'Hudson jusqu'au littoral de la Baie James. Il

s'agit de la présence la plus méridionale du pergélisol au Canada et le seul endroit, à l'exception des régions montagneuses, où le pergélisol continu franchit, vers le sud, l'isotherme de -5 °C de la température moyenne annuelle de l'air. Des données plus récentes semblent révéler que la zone de pergélisol continu ne descend peut-être pas si loin au sud (French et Gilbert, 1982). En outre, la carte des pédoclimats (2.6.2) ne montre pas la présence de pergélisol continu (régime arctique) si loin vers le sud.

Dans la zone de pergélisol continu, l'épaisseur de ce dernier varie d'environ 100 m, le long de la bordure méridionale, jusqu'à plus de 1 000 m dans l'extrême Nord. Dans la zone de pergélisol discontinu, l'épaisseur de celui-ci peut atteindre 100 m, mais il n'est pas continu dans son étendue, ni même, parfois, dans sa dimension verticale (en d'autres termes, des couches non gelées alternent avec des couches gelées). Dans cette zone, la profondeur à laquelle se trouve le pergélisol est aussi extrêmement variable, allant de 0,7 m à plusieurs dizaines de mètres (Brown, 1967). L'épaisseur maximale de pergélisol mesurée dans la région cartographiée se trouve dans la zone de pergélisol discontinu, aux environs de Schefferville, où elle atteint 125 m.

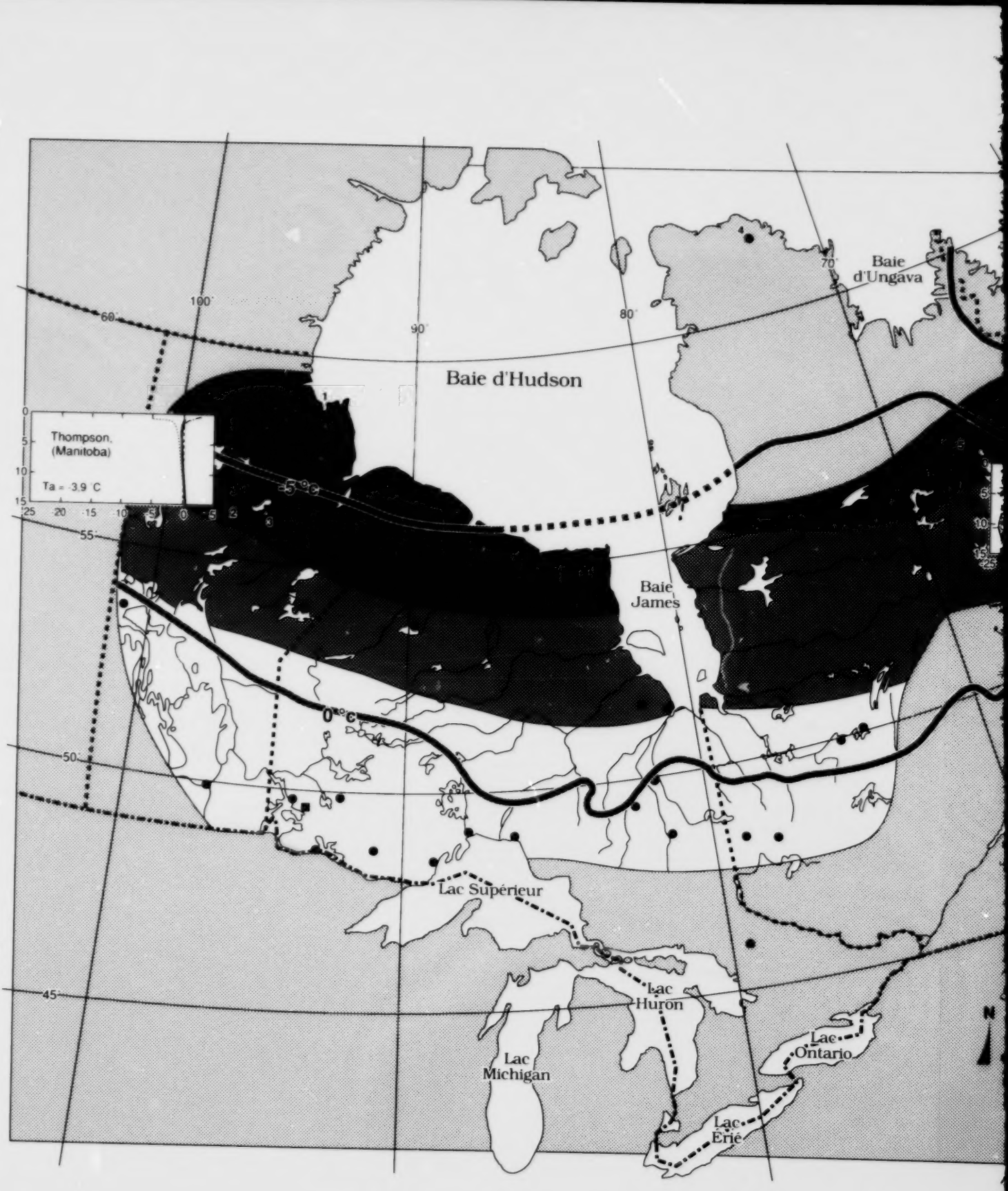
La limite la plus méridionale coïncide approximativement avec l'isotherme de -1,0 °C de la température moyenne annuelle de l'air. Cette limite est en général mal délimitée et peut fluctuer en fonction des cycles de température du globe. Les mesures de températures relevées à l'intérieur d'un trou de mine dans le nord de l'Ontario, par exemple, suggèrent qu'il s'est produit un réchauffement considérable au cours des 50 à 100 dernières années (A. Judge, comm. pers.). De plus, on a revisité certains endroits étudiés par Brown dans le nord du Manitoba, et on s'est rendu compte qu'ils étaient dépourvus de glace de sol (A. Judge, comm. pers.).

Qu'il soit continu ou discontinu, le pergélisol est présent sur plus de la moitié de la zone d'étude, et le pergélisol sporadique y prédomine. Au Manitoba, en Ontario et au Québec, le pergélisol continu et étendu est confiné dans la partie la plus septentrionale de la région cartographiée.

Les terres humides, les tourbières particulièrement, subissent une influence considérable du pergélisol, sur l'évolution duquel elles influent également pour leur part. Gore (1983) a fait observer que, dans les régions de pergélisol continu et discontinu, la forme des terres humides est beaucoup plus liée aux effets dominants du gel et de la glace qu'aux effets du drainage qui prédominent tant dans la zone boréale et dans le nord de la zone tempérée. La forme des terres humides doit s'entendre ici de la formation de structure distinctives, comme les monticules (palses et plateaux tourbeux), les bourrelets (lanières) ou les fissures linéaires (polygones de coins de glace), qui résultent de l'expansion du dépôt de tourbe lorsque l'eau gèle.

Ces caractéristiques et la présence de pergélisol près de la surface du dépôt de tourbe restreignent le drainage vertical (section 2.7.5). L'humidité superficielle s'écoule latéralement, particulièrement dans les tourbières en forme de monticule, réduisant ainsi l'humidité du sol, augmentant l'isolation thermique, et diminuant l'évapotranspiration (Brown, 1968; More et Bellamy, 1974; Roulet et Woo, 1986; Zoltai *et al.*, 1988). La formation active de pergélisol dans les tourbières qui n'étaient pas gelées auparavant a donc pour conséquence importante l'apparition d'une plus grande sécheresse de la surface, qui favorise l'aérobiose et diminue la production de méthane.

La présence de tourbe influe sur l'étendue et l'épaisseur du pergélisol (Brown, 1968). Brown (1968) a observé qu'on trouve du pergélisol dans les tourbières du sud de la zone de pergélisol discontinu. Ce phénomène est attribuable à des modifications, au cours de l'année, de la conductivité thermique de la tourbe, sous l'influence de la teneur en humidité de cette dernière (Zoltai et Tarnocai, 1969). Les propriétés isolantes des tourbes telles que les tourbes de sphaignes relativement sèches retardent le dégel de la glace saisonnière dans la partie la plus méridionale de la zone de pergélisol discontinu (Cowell *et al.*, 1978). Cowell *et al.* (1978) ont fait observer que ces endroits se transformeraient vraisemblablement en centres de formation de pergélisol si le climat se refroidissait.


Baie d'Ungava
Baie d'Hudson
Thompson, (Manitoba)
Ta = -3.9 C
Baie James
0°c
Lac Supérieur
Lac Huron
Lac Michigan
Lac Ontario
Lac Erié
60
100
90
80
70
55
50
45
N

carte 2.6.3

ZONE D'ÉTUDE DES TERRES HUMIDES DU NORD

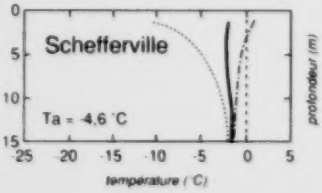
Pergélisol

- zone de pergélisol continu
- zone de pergélisol discontinu étendu
- zone de pergélisol discontinu sporadique
- température moyenne annuelle de l'air (°C)

	lieu	température moyenne annuelle de l'air (°C)	température du sol (°C) à une profondeur de (m)	épaisseur du pergélisol (m)
1	Churchill, (Man.)	-7.2	de -2.5 à -1.7 (7-16)	60
2	Thompson, (Man.)	-3.9	de -0.5 à 0 (7)	0-15
3	Kelsey, (Man.)	-3.6	de -0.8 à -0.28 (9)	25
4	Asbestos Hill, (Que.)	-8.3	de -7.2 à -6.7 (15-60)	440
5	Schefferville, (Que.)	-4.5	de -1.1 à -0.28 (7-58)	125

Courbes de température du sol dans des stations choisies :

- température minimale
- température moyenne
- température maximale
- Ta température moyenne annuelle de l'air



Sources
Le pergélisol au Canada, 1:7 603 200 (Brown, 1967)
Pergélisol, 1:20 000 000 (Pêches et Environnement Canada, 1978)

Projection stéréographique polaire

2.6.3 BIBLIOGRAPHIE

Agriculture Canada. 1972. Soils of Canada. Institut de recherches sur les sols, Agriculture Canada, Ottawa (Ontario), carte, échelle : 1/5 000 000. (distribuée avec Clayton *et al.*, 1977).

Agriculture Canada. 1975. Soil Climates of Canada. Institut de recherches sur les sols, Agriculture Canada, Ottawa (Ontario), carte, échelle : 1/10 000 000. (distribuée avec Clayton *et al.*, 1977).

Brown, R.J.E. 1967. Le pergélisol au Canada. Commission géologique du Canada. Carte 1246A et Conseil national de recherches Canada, Publ. n° NRC 9769, échelle : 1 po égale 120 mi.

Brown, R.J.E. 1988. Occurence of permafrost in Canadian peatlands. Actes, 3rd Internat. Peat Congress, Québec, Canada, pa. 174-181.

Brown, R.J.E. 1978. Pergélisol. Dans *Atlas hydrologique du Canada*. (texte et carte) Pêches et Environnement Canada, Approvisionnements et Services Canada, Ottawa (Ontario).

Brown, R.J.E. et W.O. Kupsch. 1974. Terminologie du pergélisol. Mémoire technique n° 111, Commité associé de recherches géotechniques, Conseil national de recherches Canada : 62 p.

Clark, T.H. et C.W. Stearn. 1968. *Geological Evolution of North America*. Ronald Press Co., N.Y., 570 p.

Clayton, J.S., W.A. Erhlich, D.B. Cann, J.H. Day et I.B. Marshall. 1977. Soils of Canada. Commission canadienne de pédologie et Institut de recherches sur les sols, Agriculture Canada, Ottawa (Ontario). 2 volumes et cartes.

Commission pédologique du Canada. 1978. Le système canadien de classification des sols. Direction générale de la recherche, Agriculture Canada, publ. 1646, 170 p.

Cowell, D.W., J.K. Jeglum et J.C. Merriman. 1978. Preservation of seasonal frost in peatlands, Kinoje Lakes, southern Hudson Bay Lowland. Actes, 3rd Int. Conf. Permafrost, Edmonton (Alb.) : 453-459.

French, H.M. et R. Gilbert. 1982. Periglacial phenomena near Churchill, Manitoba. *Le nat. can.* 109(3) : 433-444.

Gore, A.J.P. 1983. Introduction. Dans *Ecosystems of the world. Volume 4A. Mires: swamp, bog, fen and moor*. A.J.P. Gore (directeur de la publication). Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam, Pays-Bas, p. 1-34.

Groupe de travail national sur les terres humides. 1986. Canada : les terres humides : cartes des régions de terres humides et de leur distribution. Comité canadien de la classification écologique du territoire, Direction générale des terres, Environnement Canada, Ottawa, 2 cartes au 1/7 500 000 et fiche d'information.

Manitoba-Canada Soil Survey. 1986. Soil landscapes of Canada: Manitoba. Centre de recherches sur les terres, Agriculture Canada, Ottawa, échelle : 1/1 000 000.

Moore, P.D. et D.J. Bellamy. 1974. *Peatlands*. Springer-Verlag Inc. New York, N.Y., 221 p.

Pêches et Environnement Canada. 1978. *Atlas hydrologique du Canada*. Approvisionnements et services Canada, Ottawa.

Protz, R. 1982a. Development of podzolic soils in the Hudson and James Bay Lowlands, Ontario. *Le naturaliste can.*, 109, p. 501-510.

Protz, R. 1982b. Development of gleysolic soils in the Hudson and James Bay Coastal Zone, Ontario. *Le naturaliste can.*, 109, p. 491-500.

Protz, R., G.J. Ross, I.P. Martini and J. Terasmae. 1984. Rate of podzolic soil formation near Hudson Bay, Ontario. *R. can. de la science du sol*, 64, p. 31-49.

Protz, R., G.J. Ross, M.J. Shipitalo et J. Terasmae. 1988. Podzolic soil development in the southern James Bay Lowlands, Ontario. *R. can. de la science du sol*, 68, p. 287-305.

Riley, J.L. 1982. Hudson Bay Lowland floristic inventory, wetlands catalogue and conservation strategy. *Le naturaliste can.*, 109, p. 543-555.

Roulet, N.T. et M.K. Woo. 1986. Hydrology of a wetland in the continuous permafrost region. *J. Hydrol.*, 89, p. 73-91.

Zoltai, S.C. 1988. Milieux et classification des terres humides. Chapitre 1 de *Terres humides du Canada*. Série de la classification écologique du territoire, n° 24. Direction du développement durable, Service canadien de la faune, Environnement Canada, Ottawa, et Polyscience Publications Inc., Montréal (Québec), p. 1-26.

Zoltai, S.C. et C. Tarnocai. 1969. Permafrost in peat landforms in northern Manitoba. Actes, 13th Annual Manitoba Soil Sci. Meeting, 16 p.

Zoltai, S.C., C. Tarnocai, G.F. Mills et H. Veldhuis. 1988. Terres humides subarctiques du Canada. Chapitre 3 de *Terres humides du Canada*. Série de la classification écologique du territoire, n° 24. Direction du développement durable, Service canadien de la faune, Environnement Canada, Ottawa, et Polyscience Publications Inc., Montréal (Québec), p. 55-96.

2.7 HYDROLOGIE

Selon Gray (1970), l'hydrologie est la science de l'eau, de ses propriétés, des phénomènes où elle intervient et de sa répartition. Chow (1964) la définit comme la science des eaux de notre planète, de leur présence, de leur circulation et de leur répartition, de leurs propriétés physico-chimiques et de leurs réactions à l'environnement, y compris dans leurs relations avec les être vivants.

Les réserves d'eau de la planète circulent entre l'atmosphère et la terre. La plupart des étapes du cycle de l'eau sont importantes pour les terres humides. La pluie et la neige alimentent le sol et emplissent les lacs et les cours d'eau, tandis que l'évaporation et la transpiration restituent l'humidité à l'atmosphère. Lorsque les précipitations ne sont pas annulées par l'évaporation, l'eau s'écoule à la surface de la terre, s'infiltre dans le sol et alimente les eaux souterraines. Elle peut alors aussi être emmagasinée à la surface, soit dans des réservoirs, soit sous forme de glace. Le cycle se poursuit ou s'interrompt constamment, selon les variations des conditions météorologiques et des réserves. Lorsque l'eau passe par ses diverses phases, solide, liquide et gazeuse, elle extrait de l'atmosphère, ou en libère, des quantités considérables de chaleur.

Comme les terres humides occupent une situation intermédiaire entre les écosystèmes à eau libre et les écosystèmes terrestres (terres émergées), toute modification des apports ou des pertes en réserves d'eau peut prendre une importance critique. L'eau réduit les processus de décomposition en aérobiose, ce qui entraîne l'accumulation de matière végétale formant les tourbières. La tourbe s'accumule plus lentement, ou ne s'accumule pas du tout, si l'humidité est insuffisante pour permettre l'anaérobiose, ou si l'eau s'écoule trop rapidement dans le réseau. L'apparition de l'anaérobiose augmente la production de CH_4. Les processus hydrologiques des terres humides sont traités plus en détail à la section 2.7.5.

2.7.1 BASSINS HYDROGRAPHIQUES

La superficie totale arrosée par un cours d'eau et tous ses affluents s'appelle bassin hydrographique. Les bassins hydrographiques de la zone d'étude figurent sur la carte 2.7.1. Chacun est désigné par les initiales de son exutoire : BH pour la baie d'Hudson; U pour la baie d'Ungava, SL pour les Grands Lacs et le Saint-Laurent et A pour l'Océan Atlantique.

La zone d'étude compte, en tout ou en partie, 65 bassins (ou sous-bassins) hydrographiques. On a indiqué ceux dont le cours d'eau possède au moins un débit annuel moyen de 280 m^3/s à son embouchure, ou à son confluent avec un bassin plus important. Le nom de chaque bassin ou sous-bassin est donné au tableau 2.7.1, accompagné de sa superficie. Huit des sous-bassins font partie de bassins hydrographiques dont une partie, voire la plus grande partie, du débit est détournée vers des bassins limitrophes afin de servir à la production d'hydro-électricité. Ces bassins sont montrés sur la carte. Le tableau 2.7.2 contient des renseignements détaillés, notamment la superficie du bassin d'amont, sur chacune des huit dérivations.

2.7.2 ÉCOULEMENT ANNUEL

L'eau de pluie s'infiltre dans le sol, imprègne celui-ci ou va s'ajouter aux eaux souterraines, ou encore s'accumule sur la surface et s'y écoule (Gray, 1970). La quantité d'eau de ruissellement dépend de l'intensité de la précipitation, de la perméabilité du sol, du volume d'humidité que contient celui-ci avant l'événement de précipitation (humidité antérieure du sol), de la capacité d'emmagasinage en surface (végétation, étangs et lacs) ainsi que de l'évapotranspiration. L'eau de ruissellement se réunit dans des chenaux pour se transformer en cours d'eau, dont le débit augmente à mesure qu'ils traversent le bassin. Le débit des cours d'eau comprend, outre la fraction attribuable au ruissellement dans le bassin, l'eau provenant de la précipitation directe dans le chenal, de même qu'un apport fourni par l'écoulement des eaux souterraines.

L'écoulement annuel représente le débit intégré sur une période d'un an. On le représente comme la profondeur moyenne de l'eau sur tout le bassin hydrographique (Pêches et Environnement Canada, 1978). La variabilité des précipitations, de l'évaporation et de la capacité naturelle d'emmagasinage provoque des variations dans le ruissellement annuel. La carte 2.7.2 indique la moyenne à long terme des variations annuelles du ruissellement dans la zone d'étude.

L'écoulement se déduit des relevés du débit recueillis par le réseau hydrométrique

d'Environnement Canada. Dans la zone d'étude, les caractéristiques de l'écoulement révèlent deux faits : 1) les précipitations annuelles représentent partout un excédent net par rapport à l'évapotranspiration, à l'emmagasinage et aux infiltrations; 2) l'écoulement augmente de l'ouest vers l'est. L'écoulement annuel culmine dans le sud du Labrador, phénomène à mettre en parallèle avec le maximum mesuré de la hauteur annuelle de la précipitation totale (carte 2.3.5).

Dans la plus grande partie de la zone d'étude, les précipitations augmentent du nord-ouest vers le sud-est, tandis que l'écoulement annuel augmente généralement de l'ouest vers l'est. Pour que les régions septentrionales contribuent autant à l'écoulement que les régions méridionales, alors que les précipitations y sont moindres, il faut que l'évapotranspiration soit moins importante sous les latitudes plus septentrionales (V. section 2.3).

2.7.3 BILAN HYDRIQUE

À long terme, l'humidité provenant des précipitations est compensée par les pertes d'eau dues à l'évapotranspiration et à l'écoulement, et les réserves d'eau tendent vers zéro (den Hartog et Ferguson, 1975). C'est ce qu'on appelle le bilan hydrique, qui s'exprime par l'équation suivante :

3) $P=R+E\pm\Delta S$

où P est la hauteur des précipitations, R celle de l'écoulement, E est l'évapotranspiration, tandis que ΔS représente la variation des réserves (den Hartog et Ferguson, 1975 et 1978). L'emmagasinage étant négligeable à long terme, on peut déterminer le bilan hydrique en calculant la moyenne des valeurs des autres facteurs observés sur une longue période. Les précipitations et l'écoulement sont directement mesurables, mais il faut estimer l'évapotranspiration, faute de disposer d'instruments convenables.

Dans le calcul de l'évapotranspiration estimée à l'aide de la formule ci-dessus et des moyennes annuelles des précipitations et de l'écoulement observés, on a constaté que la valeur de l'évapotranspiration est souvent trop faible pour de vastes superficies, compte tenu de l'humidité et de l'énergie disponibles (den Hartog et Ferguson, 1975). On a obtenu, par exemple, des valeurs négatives en estimant l'évapotranspiration dans certaines parties du Labrador.

Les erreurs de calcul sont vraisemblablement imputables aux mesures de la précipitation totale. La hauteur d'eau peut être sous-estimée; l'erreur varie alors entre 7 et 14 pour 100. Dans le cas de la hauteur de neige, cette erreur peut même atteindre 45 pour 100.

Afin de reporter correctement sur la carte les termes du bilan hydrique au Canada, den Hartog et Ferguson (1975, 1978) ont déterminé la moyenne annuelle des précipitations, de l'écoulement et de l'évapotranspiration dans des mailles de 10 000 km² de superficie. La hauteur des précipitations a été déterminée à partir de données recueillies de 1941 à 1970. L'écoulement dans chaque maille a été déterminé d'après les observations des stations de jaugeage et, là où il n'existe pas de station, en interpolant les données de la carte 2.7.2. L'évapotranspiration a été déterminée d'après des mesures effectuées à l'aide de bacs évaporatoires de catégorie A. Ces données permettent d'estimer l'évaporation annuelle moyenne sur les petits lacs, que l'on suppose proche de l'évapotranspiration annuelle moyenne d'une surface complètement recouverte de végétation et recevant un apport d'eau suffisant. C'est ce qu'on appelle l'évapotranspiration potentielle. On peut ensuite déterminer l'évapotranspiration réelle au moyen d'un coefficient exprimant le rapport entre l'évapotranspiration réelle et l'évapotranspiration potentielle, déterminé d'après la couverture de la surface dans la maille géographique. Les types de couverture comprennent l'eau, la forêt, les surfaces cultivées, la toundra, les bogs, la roche et la glace. À chaque type, on affecte un coefficient situé entre 1,0 et 0,1 (on attribue à l'eau, à la glace et aux bogs un coefficient de 1,0) par lequel on multiplie l'évapotranspiration potentielle et que l'on pondère selon le pourcentage de couverture dans la maille.

On calcule ensuite les trois termes de l'équation du bilan hydrique, et on corrige les données sur les précipitations et l'évapotranspiration (les données sur l'écoulement étant supposées exactes) afin d'obtenir une égalité. La précipitation et l'évapotranspiration dérivées sont indiquées sur la carte 2.7.3.

Lorsqu'on compare la précipitation dérivée à la précipitation mesurée indiquée sur la carte 2.3.5A, on constate que sa valeur est plus élevée, même si la répartition générale des précipitations est semblable (c'est-à-dire qu'elle s'accroît du nord-ouest vers le sud-est). Ce phénomène est

TABLEAU 2.7.1

Principaux bassins hydrographiques de la zone d'étude des terres humides du nord et leur superficie (d'après Énergie, Mines et Ressources, 1985)

DÉSIGNATION SUR LA CARTE	BASSIN	SOUS-BASSIN	SUPERFICIE (km^2)
1. ***Bassin de la baie d'Hudson***			4 041 000
HB-1	Baie d'Hudson	(sans autre précision)	50 000
HB-2	Seal		281 274
	Churchill		—
HB-3A		Cours inférieur	
HB-3B		Détourné vers HB-4A	
	Nelson		—
HB-4A		Cours inférieur	90 650
HB-4B		Saskatchewan	335 900
HB-4C		Lac Winnipeg	313 100
HB-4D		Assiniboine	182 000
HB-4E		Rouge	287 500
HB-4F		Winnipeg	29 600
HB-4G		À la Pluie	24 600
HB-4H		Des Anglais	52 300
HB-5A	Hayes		36 000
HB-5B		De Dieu	71 400
HB-6	Severn		102 800
HB-7	Winisk		67 300
HB-8	Attaouapiskat		50 500
HB-9A	Albany		84 400
HB-9B		Détourné vers HB-4H	
HB-9C		Détourné vers SL-1	
HB-9D		Kénogami	50 800
HB-9E		Détourné vers SL-2	
HB-10A	Moose		18 500
HB-10B		Missinaibi	23 500
HB-10C		Matagami	37 000
HB-10D		Abitibi	29 500
HB-11	Harricana		29 300
HB-12	Nottaway		65 800
HB-13	Broadback		20 800
HB-14	Rupert		43 300
HB-15A	Eastmain		46 400
HB-15B		Détourné vers HB-16	
HB-16	Grande-Rivière		97 600
HB-17A	À la Baleine		42 700
HB-17B		Détourné vers HB-16	
2. ***Bassin de la baie d'Ungava***			(compris dans HB)
U-1A	Koksoak		37 600
U-1B		Caniapiscau	89 600
U-1C		Détourné vers HB-16	
U-2	Nachicapau		6 200
U-3	À la Baleine		31 900
U-4A	George		41 700
U-4B		Détourné vers A-3A	

TABLEAU 2.7.1 (cont'd)

DÉSIGNATION SUR LA CARTE	BASSIN	SOUS-BASSIN	SUPERFICIE (km²)
3. *Bassin du Saint-Laurent*			1 344 200
SL-1	Lac Nipigon		25 400
SL-2	Lac Supérieur	(sans autre précision)	87 300
SL-3A	Des Outaouais		122 600
SL-3B		Gatineau	23 700
SL-4	Saint-Maurice		43 300
SL-5	Chamouchouane		15 700
SL-6	Mistassini		21 900
SL-7	Péribonka		26 200
SL-8	Des Outardes		19 000
SL-9A	Manicouagan		45 800
SL-9B		Sainte-Marguerite	
SL-10A	Moisie		19 200
SL-10B		Lac Magpie	
4. *Bassin de l'Atlantique*			699 700
A-1	Océan Atlantique	(sans autre précision)	-
A-2B	Naskaupi		18 100
A-2C		Détourné vers A-3A	
A-3A	Churchill		41 800
A-3B		Ashuanipi	17 000
A-3C		Atikonak	21 000
A-4	Romaine		14 300
A-5	Natashquan		16 100
A-6	Petite Mécatina		19 600
A-7	Saint-Augustin		9 900

NOTA: 1. La superficie du bassin comprend à la fois les parties appartenant à la zone d'étude des terres humides du Nord et les parties en amont (y compris aux États-Unis).
2. La superficie est celle de l'unité cartographique indiquée, avec ses sous-bassins ou ses dérivations, à moins que ceux-ci ne soient désignés de façon distincte.

TABLEAU 2.7.2
Dérivations interbassins dans la zone d'étude des terres humides du Nord (d'après Énergie, Mines et Ressources, 1985).

DÉRIVATION	BASSIN RÉCEPTEUR	DÉBIT ANNUEL MOYEN DÉTOURNÉ (m³/s)	% DU DÉBIT DÉRIVÉ	SUPERFICIE DU BASSIN (km²)
1. Lac South Indian (HB-3B)	Nelson (HB-4A)	760	70	249 239
2. L. St. Joseph (HB-9B)	Aux Anglais (HB-4H)	87	90	12 328
3. Ogoki (HB-9C)	Lac Supérieur (SL-1)	121	85	13 970
4. Lac Long (HB-9E)	Lac Supérieur (SL-2)	39	80	4 377
5. Opinaca (HB-15B)	La Grande-Rivière (HB-16)	850	92	40 274
6. À la Baleine (HB-17B)	La Grande-Rivière (HB-16)	29	5	1 710
7. Caniapiscau (U-1C)	La Grande- Rivière (HB-16)	790	45	38 120
8. Naskaupi (U-4B) .	Churchill (A-3A)	334	35	11 355

attribuable au facteur de correction de la sous-estimation des précipitations par les instruments de mesure. Il témoigne aussi du fait que la période où ont été recueillies les données sur les précipitations dont on s'est servi pour dresser la carte 2.3.5A (1951-1980) n'est pas la même que pour la carte 2.7.3 (1941-1970).

L'évapotranspiration calculée s'avère augmenter du nord vers le sud, parallèlement à la variation climatique latitudinale d'ensemble. Le phénomène expliquerait l'orientation nord-sud des isolignes du ruissellement même si les isolignes des précipitations mesurées sont principalement orientées d'est en ouest (section 2.7.2).

2.7.4 FIXATION ET DISPARITION DE LA GLACE SUR LES LACS ET LES COURS D'EAU

Les cartes 2.7.4A et 2.7.4B donnent la date moyenne de fixation de la glace sur les lacs et les cours d'eau. Il s'agit du dernier stade de l'englacement, qui marque le début du pléni-glaciel. L'étendue d'eau est alors entièrement prise en glace, à moins qu'elle ne gèle pas complètement, en quel cas la couverture de glace a atteint son extension maximale. Les cartes 2.7.4C et 2.7.4D indiquent la date moyenne de disparition de la glace sur les lacs et les cours d'eau. Cette date est celle où l'étendue d'eau est de nouveau complètement libre. Les cartes ont été dressées d'après au moins 5 années d'observations recueillies par les stations météorologiques du Service de l'environnement atmosphérique d'Environnement Canada (Allen, 1978).

Les isolignes représentent, de façon très générale, le cycle de fixation et de disparition de la glace sur les lacs et les cours d'eau. Même si les données proviennent de l'observation, la population échantillonnée dans une région donnée est petite. L'étendue et la profondeur des lacs ainsi que le débit et la vitesse des cours d'eau influent sur la date réelle des phénomènes observés dans une masse d'eau donnée.

Le cycle du gel et du dégel présente deux caractéristiques principales : 1) les cours d'eau gèlent plus tard et dégèlent plus tôt que les lacs; (2) l'englacement se propage du nord vers le sud. Le cycle du gel et du dégel subit l'influence du débit. L'automne, les cours d'eau d'une région donnée gèlent plus tard que les lacs de la même région. La couverture glacielle des cours d'eau se forme graduellement à partir des rives. Au printemps, avec le réchauffement de l'air et le concours de l'écoulement sous-glaciel de l'eau, la débâcle des cours d'eau survient plus tôt que le dégel des lacs de la même latitude.

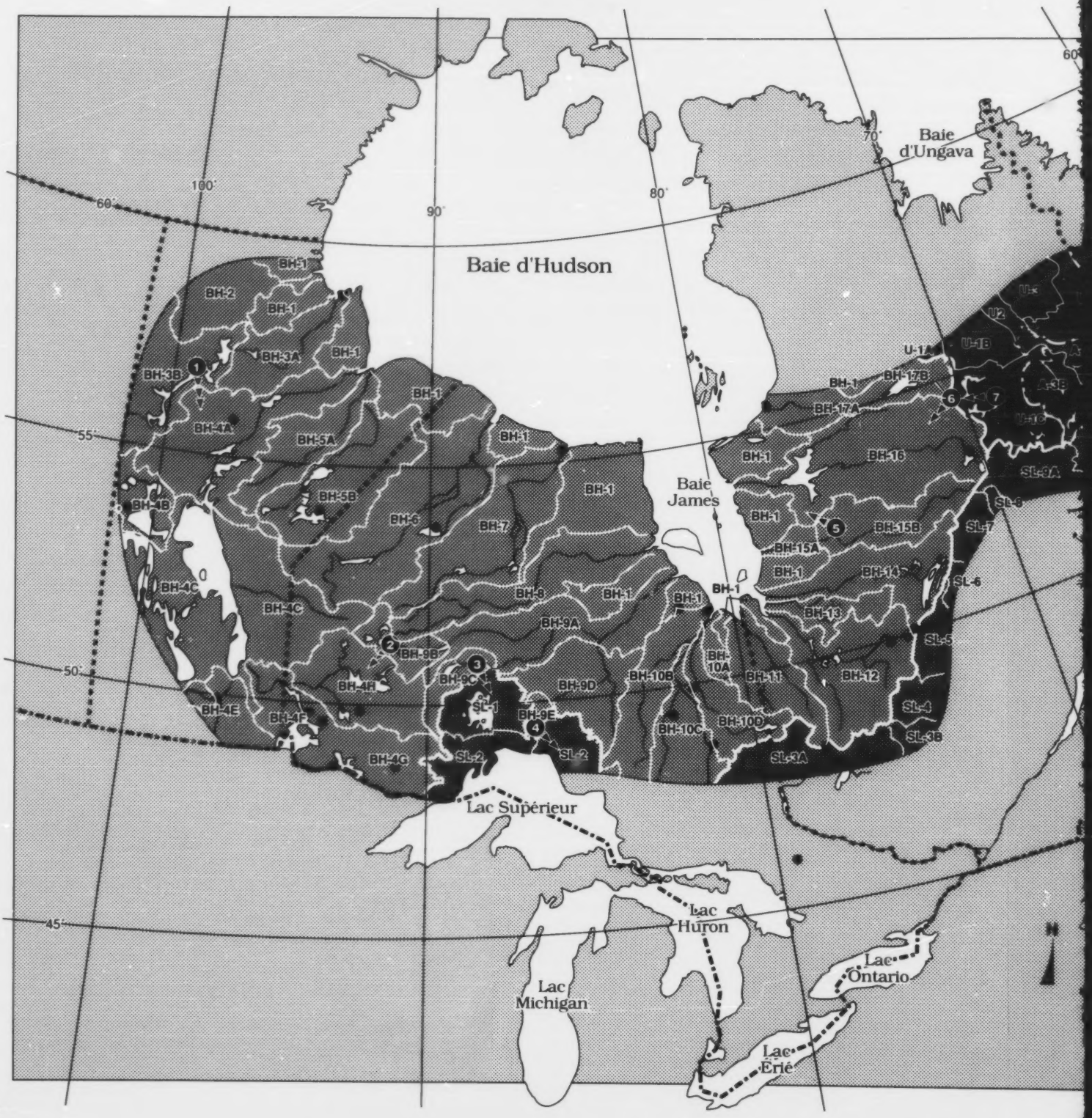
L'avance de l'englacement, du nord vers le sud (phénomène inversé dans le cas de la débâcle) reproduit l'évolution du bilan du rayonnement et de la température de l'air (section 2.3). Les isolignes de la fixation de la glace sur les lacs et les cours d'eau montrent également une orientation marquée vers le nord autour de la baie d'Hudson et vers l'Atlantique, phénomène qui traduit l'influence modératrice de ces vastes étendues d'eau, lesquelles retardent le moment de la fixation de la glace.

La progression du sud vers le nord du dégel est particulièrement notable dans le cas des cours d'eau importants qui coulent vers le nord. Ainsi, la Moose, l'Albany, la Winisk et la Severn dégèlent de l'amont vers l'aval. Les tronçons supérieurs sont donc les premiers à être dégagés et ils évacuent l'eau de fonte vers les tronçons d'aval encore gelés. L'épaisse couverture de neige sur le bassin hydrographique ainsi qu'un dégel relativement rapide provoquent des crues en aval, la glace endiguant l'afflux des eaux de fonte. Il peut s'ensuivre des inondations graves et des pertes de vies ainsi que des dommages aux collectivités. C'est ainsi que le village de Winisk, près du rivage de la baie d'Hudson, a été détruit en 1985. L'agglomération, devenue Peawanuck, a été reconstruite plus en amont, où les berges plus élevées offrent une meilleure protection.

2.7.5 HYDROLOGIE DES TERRES HUMIDES

2.7.5.1 FACTEURS GÉNÉRAUX

Gosselink et Turner (1978) ont construit un modèle schématique du rôle que joue l'hydrologie dans les écosystèmes de terres humides (figure 2.7.1). Dans ce modèle, l'hydrologie agit comme facteur de formation des terres humides. Carter *et al.* (1979) sont d'avis que toutes les fonctions naturelles des terres humides sont le résultat de l'hydrologie de ces milieux ou entretiennent avec elle des liens étroits.


Baie d'Hudson
Baie d'Ungava
Baie James
Lac Supérieur
Lac Huron
Lac Michigan
Lac Ontario
Lac Érié
60°
70°
80°
90°
100°
55°
50°
45°
BH-1
BH-2
BH-3A
BH-3B
BH-4A
BH-4B
BH-4C
BH-4E
BH-4F
BH-4G
BH-4H
BH-5A
BH-5B
BH-6
BH-7
BH-8
BH-9A
BH-9B
BH-9C
BH-9D
BH-9E
BH-10A
BH-10B
BH-10C
BH-10D
BH-11
BH-12
BH-13
BH-14
BH-15A
BH-15B
BH-16
BH-17A
BH-17B
U-1A
U-1B
U-1C
U-2
SL-1
SL-2
SL-3A
SL-3B
SL-4
SL-5
SL-6
SL-7
SL-8
SL-8A
1
2
3
4
5
6
7

carte 2.7.1

ZONE D'ÉTUDE DES TERRES HUMIDES DU NORD

Bassins hydrographiques et dérivations

bassin de la baie d'Hudson (BH)

bassin du fleuve Saint-Laurent (SL)

bassin de l'océan Atlantique (A)

bassin de la baie d'Ungava (U)

6 **dérivation**

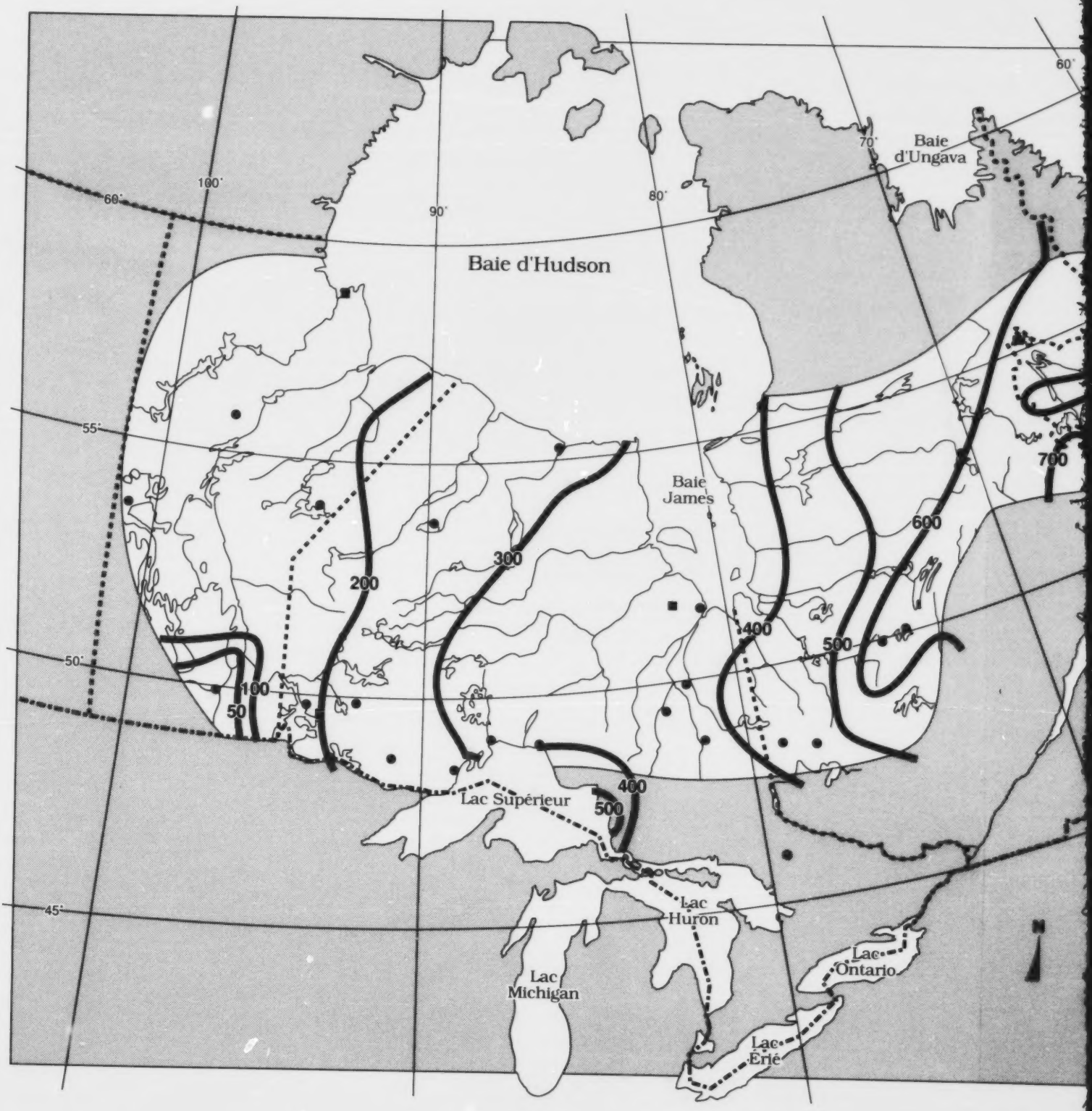
Nota

Pour une description plus précise des désignations de bassin, se reporter au tableau 2.7.1

Le tableau 2.7.2 contient des renseignements sur les 8 dérivations

Source
Bassins hydrographiques, 1/7 500 000, Atlas national du Canada (Énergie, Mines et Ressources, 1985)

Projection stéréographique polaire


Baie d'Hudson
Baie d'Ungava
Baie James
Lac Supérieur
Lac Huron
Lac Michigan
Lac Ontario
Lac Érié
60°
70°
80°
90°
100°
60°
55°
50°
45°
50
100
200
300
400
500
600
700
400
500
N

carte 2.7.2

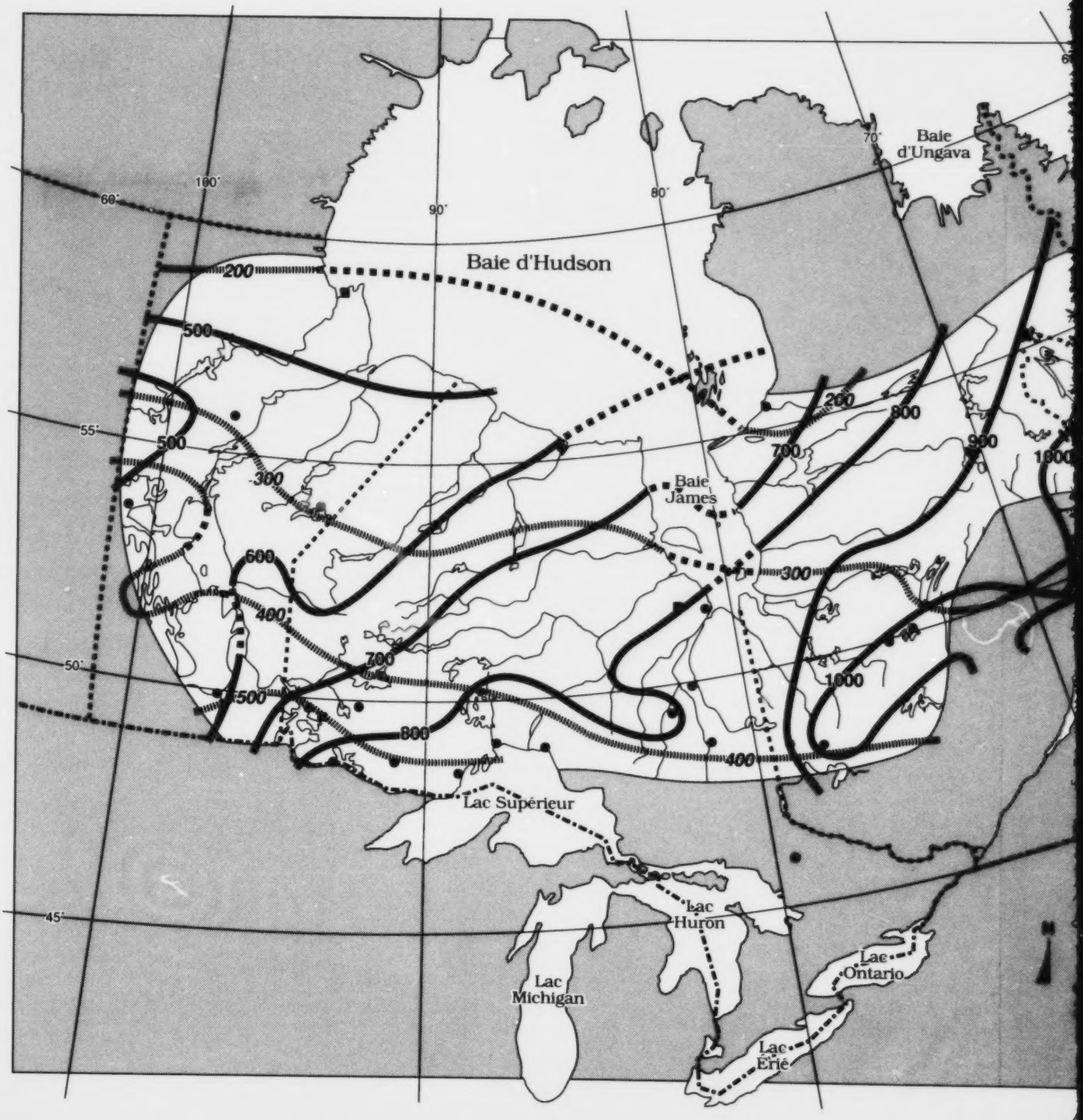
ZONE D'ÉTUDE DES TERRES HUMIDES DU NORD

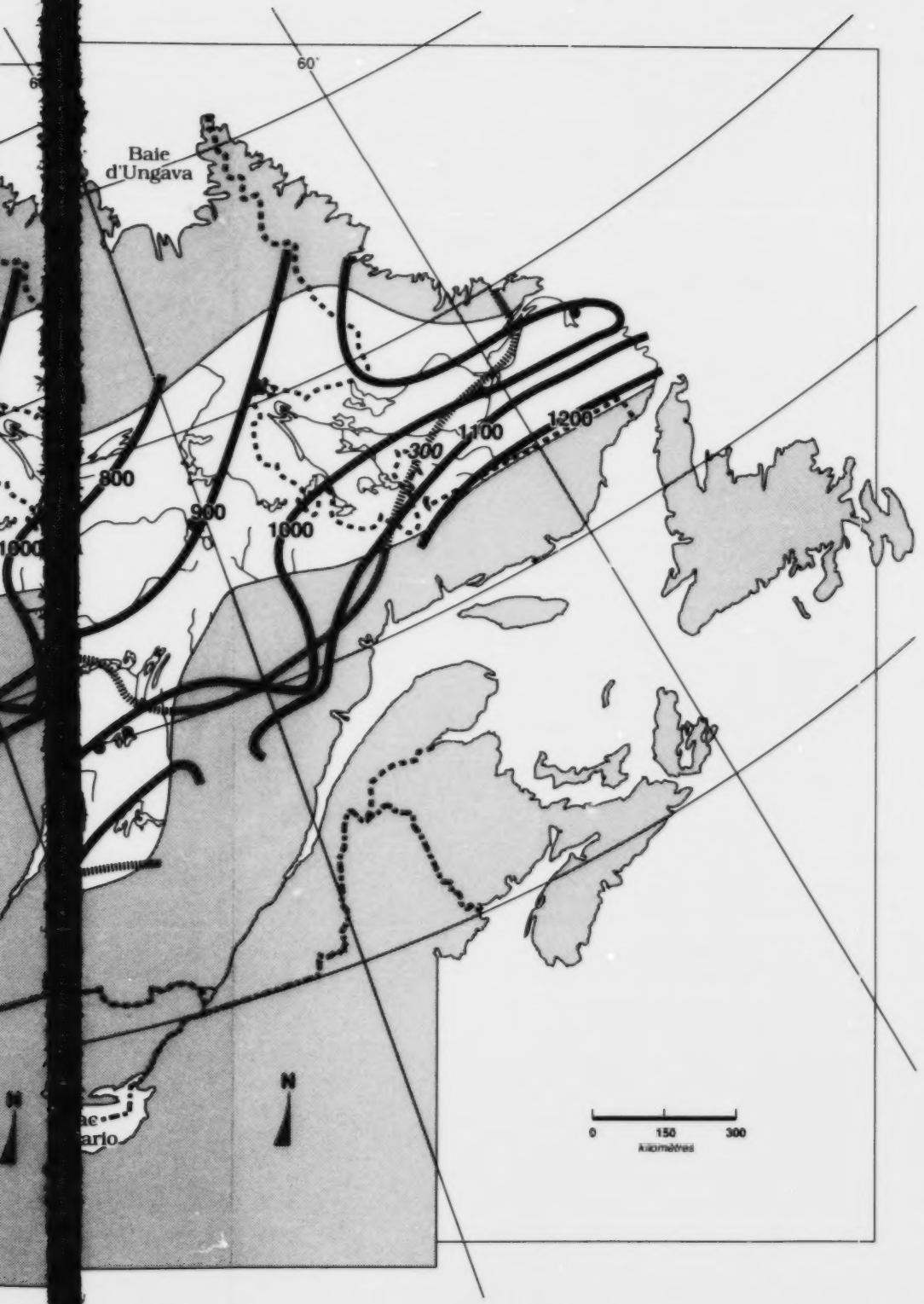
Écoulement annuel

600 écoulement annuel (mm)

Source
Atlas hydrologique du Canada, 1/10 000 000
(Pêches et Environnement Canada, 1978)

Projection stéréographique polaire


Baie d'Ungava
Baie d'Hudson
Baie James
Lac Supérieur
Lac Huron
Lac Michigan
Lac Ontario
Lac Erié
200
500
300
600
400
700
800
900
1000
60°
100°
90°
80°
70°
55°
50°
45°



carte 2.7.3

ZONE D'ÉTUDE DES TERRES HUMIDES DU NORD

Bilan hydrique : précipitation et évapotranspiration dérivées

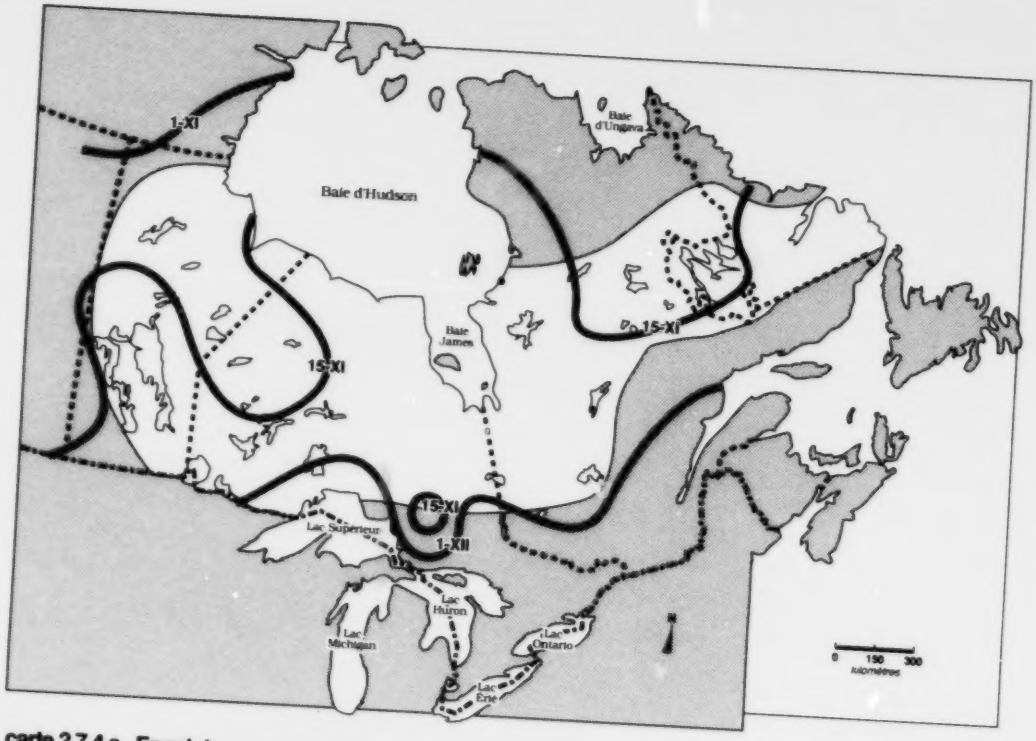
précipitation annuelle dérivée (mm)

évapotranspiration annuelle dérivée (mm)

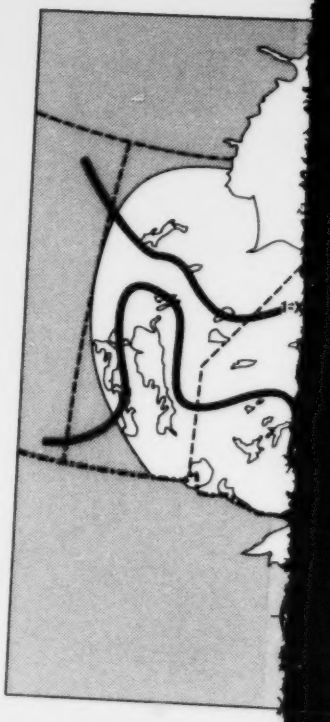
Nota : d'après des estimations de précipitation, d'évaporation et de ruissellement portant sur les mailles d'une grille (den Hartog et Ferguson, 1975 et 1978)

Source :
Atlas hydrologique du Canada, 1/10 000 000
(Pêches et Environnement Canada, 1978)

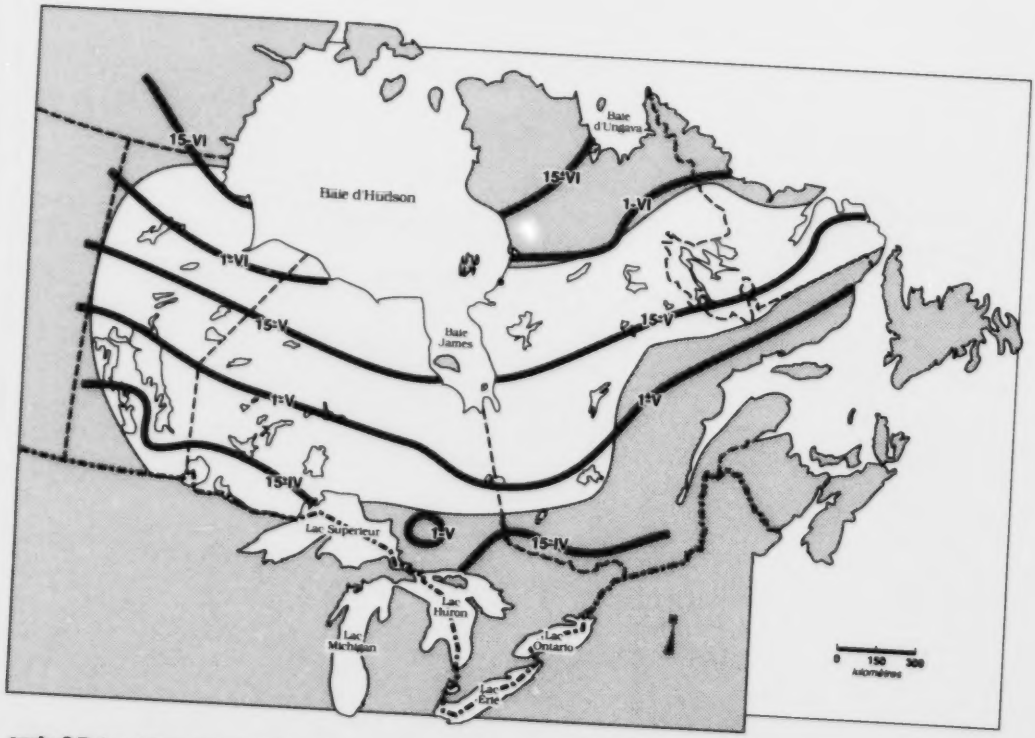
Projection stéréographique polaire



carte 2.7.4 a Engel des cours d'eau



carte 2.7.4 b Engel des lacs



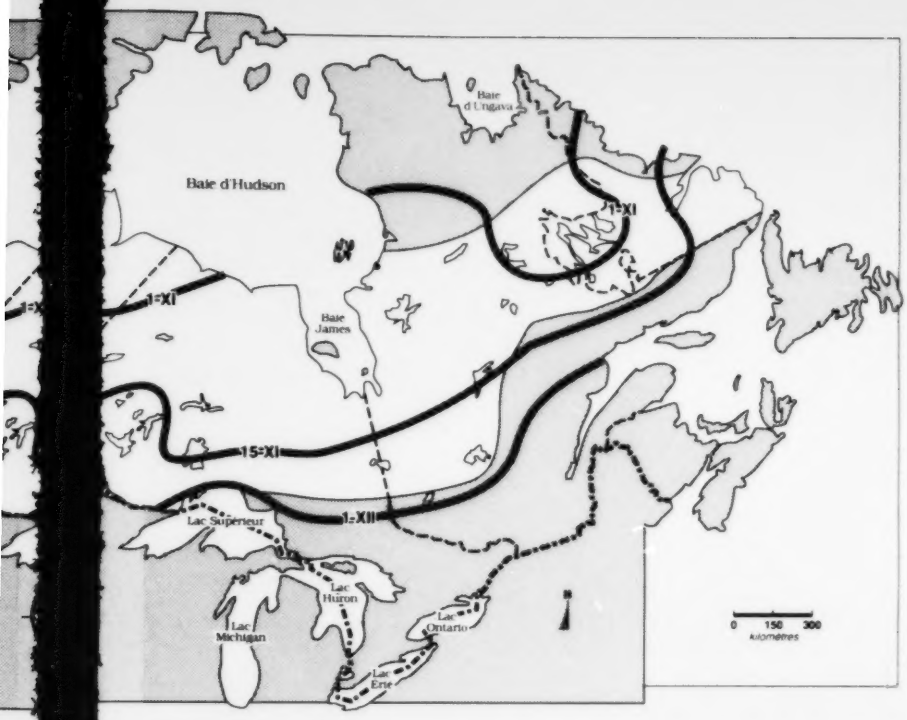
carte 2.7.4 c Disparition de la glace sur les cours d'eau

carte 2.7.4 d Disparition de l

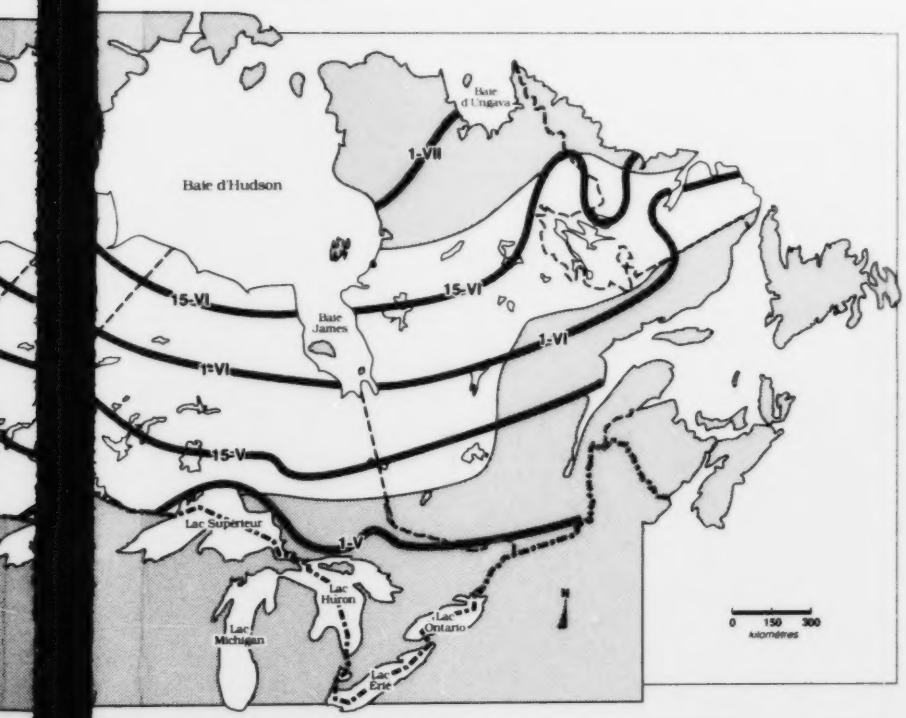
carte 2.7.4

ZONE D'ÉTUDE DES TERRES HUMIDES DU NORD

Dates moyennes d'engel des lacs et des cours d'eau, et de disparition de la glace à leur surface



...des lacs



...tion de la glace sur les lacs

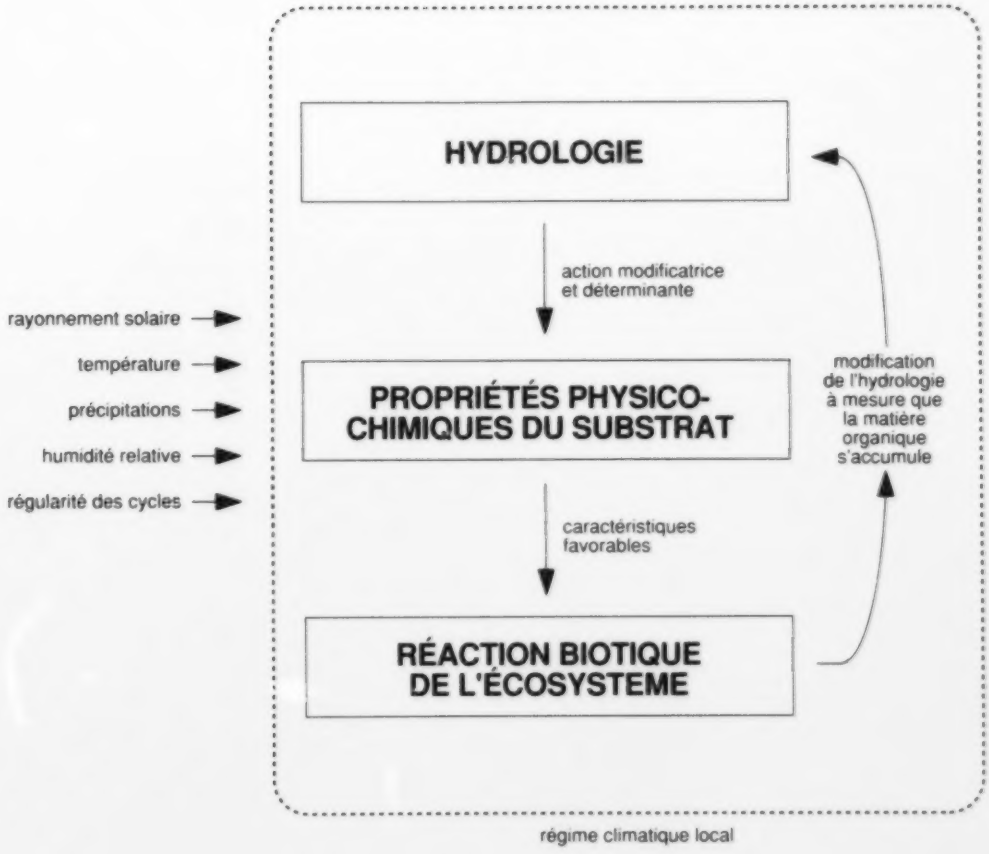
15-XI date moyenne d'engel ou de disparition de la glace

Source
Atlas hydrologique du Canada, 1/20 000 000
(Pêches et Environnement Canada, 1978)

Projection stéréographique polaire

FIGURE 2.7.1

Modèle schématique indiquant le rôle de l'hydrologie dans les écosystèmes de terres humides et sa modification par les processus qui se déroulent dans ces terres (d'après Gosselink et Turner, 1978).



Gosselink et Turner (1978) ont décrit ainsi les caractéristiques importantes du régime hydrographique relativement à l'évolution des terres humides : l'origine et le cheminement de l'eau, qui déterminent sa composition ionique; sa vitesse, qui détermine sa turbulence et son aptitude à transporter des particules en suspension; son taux de renouvellement, qui indique sa fréquence de remplacement (fonction de la profondeur ou du volume, de la fréquence des crues et de la vitesse); enfin, l'époque ou la fréquence de la crue, et sa régularité, qui influent sur les possibilités d'évolution du système. Ces caractéristiques se modifient au fur et à mesure que se constituent les terres humides, notamment en raison de l'accumulation de tourbe (figure 2.7.1).

Le rôle des terres humides dans le cycle de l'eau a déjà été considéré comme celui de simple emmagasinage et d'augmentation du débit d'étiage (débit de base) dans le cas des cours d'eau de surface ou des eaux souterraines. Selon les travaux actuels de recherche, il y aurait beaucoup plus de terres humides recevant des apports d'eaux souterraines qu'alimentant ces dernières (Carter et Novitzki, 1988). L'assimilation de l'eau par la végétation ainsi que l'évapotranspiration des terres humides durant la saison de croissance diminueraient le débit de surface ou l'alimentation des eaux souterraines (Carter *et al.*, 1979; Roulet et Woo, 1986). Toutefois, le rôle hydrologique des terres humides est très complexe et, à ce titre, chacune s'avère être un cas d'espèce, de sorte que l'on ne peut généraliser à partir du cadre physiographique (Carter et Novitzki, 1988; Siegel, 1988). Les facteurs précis constatés par Carter et Novitzki (1988) et qui influent sur l'hydrologie des terres humides sont les suivants

1) les rapports réciproques entre les nappes aquifères locale, régionale et intermédiaire;

2) l'emplacement de la nappe phréatique locale;

3) le cadre géologique;

4) le rapport entre les conductivités hydrauliques verticale et horizontale, fonction des dimensions et de la déclivité des terres humides, de l'accumulation de tourbe et de la présence ou de l'absence de pergélisol;

5) la profondeur et la largeur du bassin;

6) la dénivellation et le relief locaux;

7) l'emplacement des lignes de partage des eaux souterraines.

L'accumulation de tourbe peut inverser complètement le régime hydrologique, de sorte que les terres humides qui, à l'origine, recevaient des apports d'eau souterraine (c'est-à-dire qui leur servaient de surface d'écoulement) se mettent à grossir celles-ci (c'est-à-dire qu'elles se tranforment en source d'alimentation des eaux souterraines). Le phénomène survient, par exemple, pendant la formation de vastes complexes de tourbières évoluant à partir de marécages ou de fens (minérotrophes) en bogs surélevés et ombrotrophes, qui reçoivent tous leurs éléments nutritifs des précipitations (Moore et Bellamy, 1972).

2.7.5.2 RÉGIME D'ÉCOULEMENT DES BASSINS

La conductivité hydraulique de la tourbe diminue de façon exponentielle lorsque l'épaisseur de celle-ci augmente, en raison de la décomposition et du tassement accrus en profondeur (Goode *et al.* 1977). Dans les tourbières, la plus grande partie de l'écoulement souterrain a lieu dans le 0,5 m supérieur (Woo et Heron, 1987a).

Bien que les tourbières possèdent une grande capacité d'emmagasinage de l'eau, la capacité d'absorption de la matière organique limite leur aptitude à permettre l'écoulement de base vers les cours d'eau, même en période prolongée de sécheresse. Googe *et al.* (1977) ont observé que l'écoulement en provenance des tourbières est considérablement réduit lorsque la nappe phréatique descend à un niveau d'humidification plus prononcé, qui peut se trouver entre 8 et 5 cm de la surface. Ils citent une étude qui a révélé une absence complète d'écoulement lorsque la nappe phréatique atteignait une profondeur de 20 cm. La réduction de l'écoulement à cette profondeur est attribuable à une diminution de la conductivité hydraulique résultant de la décomposition plus prononcée de la matière tourbeuse. Le type de tourbe (de mousses ou de laîches) n'a aucune influence sur la conductivité dès lors que la décomposition atteint 5 sur l'échelle von Post (une valeur de 10 représente le stade ultime de décomposition). Une fois que l'écoulement a cessé dans ces tourbières, la nappe

phréatique ne s'abaisse plus que grâce à l'évapotranspiration (Goode *et al.*, 1977).

Dans l'est de l'Amérique du Nord, on a étudié le régime d'écoulement des bassins contenant des terres humides sous les latitudes tempérées (Taylor et Pearson, 1985; Bay, 1967 et 1969), subarctiques (Price et Woo, 1988; Woo et Heron, 1987a) et arctiques (Roulet et Woo, 1986 et 1988). Sous les latitudes tempérées, les principaux facteurs déterminants de l'hydrogramme des bassins sont le rapport entre les terres humides et l'ensemble des eaux souterraines régionales, ainsi que l'état de saturation du milieu humide antérieurement aux événements tels que la fonte des neiges et les orages d'été. Sous les latitudes plus septentrionales, ces facteurs, de même que la durée du gel saisonnier (plus particulièrement dans les terres humides subarctiques) et la présence de pergélisol, sont importants.

Les conditions qui limitent la capacité d'emmagasinage des terres humides tendent à favoriser les hydrogrammes sensibles aux événements pluvio-hydrologique dans les bassins où l'on trouve des terres humides. Au sud de la zone de pergélisol discontinu, le phénomène est principalement causé par la forte saturation antérieure du milieu humide du fait de l'élévation de la nappe phréatique régionale, d'événements de précipitation antérieurs, ou des deux (Taylor et Pierson, 1985). L'accumulation d'une tourbe épaisse sous ces latitudes procure une capacité d'emmagasinage qui peut atténuer le débit consécutif à chaque événement orageux, mais influe peu sur le volume de l'écoulement de surface à l'échelle saisonnière ou annuelle (Bay, 1967 et 1969).

Dans les régions subarctiques et arctiques, la présence de gel saisonnier tardif, comme on en observe dans les zones couvertes par les forêts les plus denses (Cowell *et al.*, 1978; Woo et Heron, 1987a), et la présence de pergélisol limitent également la capacité d'emmagasinage des terres humides et augmentent la sensibilité du débit aux événements pluvio-hydrologiques. Roulet et Woo (1988) ont fait observer que, malgré la présence, dans les terres humides du Nord, d'horizons organiques à la capacité d'emmagasinage considérable, l'effet observé n'est que temporaire. Ils ont constaté que 70 pour 100 de la totalité du débit mesuré du bassin était libérée dans les deux semaines suivant le début de l'écoulement dans un bassin arctique situé près du lac Baker (Territoires du Nord-Ouest). Roulet et Woo (1988) ont conclu que la présence de sols gelés dans tout le bassin atténuait le contraste spatial entre systèmes hydrologiques variables (c'est-à-dire les milieux mixtes de terres émergées et de terres humides).

À la lumière de ces études et d'autres, Woo (1988) a proposé, pour les terres humides des régions arctiques et subarctiques la notion de régime d'écoulement des terres humides, en observant que la notion antérieure de régime de muskeg présentée par Church (1974) reposait sur un ensemble de données trop petit et qu'elle ne valait pas pour la plupart des terres humides du Nord. Le régime de muskeg de Church (1974) explique que les débits de crue à l'intérieur des zones à muskeg (c'est à dire les tourbières) sont fortement atténués en raison de la grande capacité de rétention de l'eau dans la végétation des muskegs et de la forte résistance qu'opposent cette végétation et sa surface irrégulière à l'écoulement. Avec sa notion de régime d'écoulement des terres humides, Woo (1988) attribue l'atténuation du débit, pendant la saison sèche, à la présence d'un plafond de sol gelé près de la surface ainsi qu'aux faibles gradients hydrauliques entraînant la rétention de l'eau dans les étangs et les sols organiques. L'abondance de l'eau de fonte au printemps provoque une importante montée des eaux, dont l'effet est augmenté par la faible infiltration de l'eau dans le sol gelé. Ce phénomène connaît une exception dans les régions où la hauteur des précipitations neigeuses hivernales est si faible que l'eau de fonte printanière ne parvient pas à inonder le sol.

Price et Woo (1988) ont aussi découvert que le régime hydrologique postulé par Church (1974) n'expliquait pas le bilan hydrique ni le régime hydrologique des marais côtiers à tourbe peu épaisse. Au cours d'une étude détaillée d'un marais côtier subarctique dans les basses-terres de la baie d'Hudson (sud de la baie James), ils ont découvert que les eaux de fonte et de pluie sont rapidement transmises à travers le réseau, en dépit de la grande capacité totale d'emmagasinage de l'eau. La seule exception s'est produite après de longues périodes de sécheresse, alors que l'évaporation créait un déficit d'eau important.

Il n'est pas certain que le régime d'écoulement des terres humides demeure valable dans les bassins de terres humides aux tourbes épaisses, où les terres émergées ne recouvrent qu'une surface

minime. Dans le cas des vastes complexes de tourbières subarctiques, par exemple dans certaines parties des terres humides continues des basses-terres de la baie d'Hudson, on peut postuler que le régime de muskeg de Church (1974) est le plus représentatif. Dans ces régions, particulièrement à l'extérieur des zones de pergélisol continu ou étendu, l'absence de cours d'eau normaux en surface, une faible dénivellation régionale et la forte épaisseur de la tourbe pourraient assurer une capacité considérable de rétention de l'eau, même si, à l'échelle régionale, la nappe phréatique est élevée. Des apports considérables à la tourbière sous forme d'eau de pluie, d'eau de fonte ou d'eaux souterraines provenant de nappes aquifères plus profondes pourraient entraîner la modification du volume de la masse de tourbe, faire flotter la surface de celle-ci ou même pratiquement faire flotter la masse de tourbe entière. Quoi qu'il en soit, la réaction du régime hydrologique serait vraisemblablement moins immédiate dans le cas des cours d'eau arrosant la tourbière que dans celui des cours d'eau qui arrosent des bassins hydrographiques mixtes ou des petits cours d'eau arrosant des marais côtiers.

2.7.5.3 CONSIDÉRATIONS RELATIVES À LA DÉBÂCLE DES COURS D'EAU

Woo et Heron (1987b) ont examiné le processus de la débâcle des petits cours d'eau subarctiques qui se jettent dans la baie James et la baie d'Hudson. Ils ont observé que les facteurs déterminant le phénomène varient selon que les cours d'eau se trouvent en zone tempérée ou en zone subarctique. Dans le premier cas, la débâcle dépend principalement de la glace des cours d'eau tandis que dans le second cas, la couverture de neige des chenaux joue un rôle plus important. La présence de vastes étendues de terres humides, fréquentes dans la région subarctique, est considérée comme un facteur important de la débâcle en raison du gel saisonnier du sol, du caractère plat du terrain et de la couverture de neige et de glace des cours d'eau. Tous ces facteurs concourent à des réactions hydrologiques complexes durant la saison de la débâcle, particulièrement dans les petits bassins hydrographiques.

Woo et Heron (1987) ont décrit le processus détaillé de la débâcle d'un petit cours d'eau arrosant des terres humides dans les basses-terres de la baie d'Hudson. Ils ont observé que l'état de la neige domine cette séquence jusqu'à ce que la couche de glace sous-jacente soit exposée. Au début, donc, on observe l'évacuation, hors des terres humides, d'une forte quantité d'eau de fonte. L'eau s'accumule derrière des digues formées par la neige fortement tassée que contient le chenal. La crue est ainsi accentuée lorsque la digue cède, et que la couverture de neige résiduelle se transforme en bouille de neige (slush), et disparaît. Dès lors, le processus de la débâcle est surtout déterminé par l'état de la glace sur le cours d'eau.

2.7.6 BIBLIOGRAPHIE

Allen, W.T.R. 1978. Gel et débâcle des cours d'eau et des lacs. Texte rédigé pour la planche 19 de l'*Atlas hydrologique du Canada*. Approvisionnements et Services, Ottawa (Ontario).

Bay, R.R. 1967. Factors influencing soil moisture relationships in undrained, forested bogs. Dans *Forest Hydrology*. W.E. Sopper et H.W. Lull (directeurs de la publication.), Pergamon, p. 335-343.

Bay, R.R. 1967. Runoff from small peatland watershed. *J. Hydrol.*, 9, p. 90-102.

Carter, V. et R.P. Novitzki. 1988. Some comments on the relation between groundwater and wetlands. Dans *The Ecology and Management of Wetlands*. Volume 1, D.D. Hook *et al.* (directeurs de la publication.), Timber Press, Portland, OR, p. 68-86.

Carter, V., M.S. Bedinger, R.P. Novitzki et W.O. Wilen. 1979. Water resources and wetlands. Dans *Wetland Functions and Values: the State of Our Understanding*. P.E. Greeson, J.R. Clark, J.E. Clark (directeurs de la publication), American Water Resources Assoc., Minneapolis, MN, Tech. Pub. TPS79-2:344-376.

Chow, Ven T. 1964. *Handbook of Applied Hydrology*. McGraw-Hill Book Co., Inc., Toronto.

Church, M. 1974. Hydrology and permafrost with reference to northern North America. Actes, Workshop Seminar Permafrost Hydrology, J. Demers (directeur de la publication), Comité national canadien, Décennie hydrologique internationale, Environnement Canada, Ottawa (Ontario), p. 7-20.

Cowell, D.W., J.K. Jeglum et J.C. Merriman. 1978. Preservation of seasonal frost in peatlands, Kinoje Lakes, southern Hudson Bay Lowland. Actes, 3rd Int. Conf. Permafrost, Edmonton (Alb.) : 453-459.

den Hartog, G. et H.L. Ferguson. 1975. National water balance maps of evapotranspiration and precipitation. Compte-rendu du symposium canadien d'hydrologie-75, Conseil national de recherches du Canada, Ottawa (Ontario) : 512-526.

den Hartog, G. et H.L. Ferguson. 1978. Bilan hydrique - précipitation et évapotranspiration dérivées. Texte rédigé pour la planche 25 de l'*Atlas hydrologique du Canada*. Approvisionnements et Services Canada, Ottawa (Ontario).

Énergie, Mines et Ressources Canada. 1985. *L'atlas national du Canada*. 5e édition, Énergie, Mines et Ressources Canada, Ottawa (Ontario).

Goode, D.A., A.A. Marsan et J.-R. Michaud. 1977. Water Resources. Dans *Muskeg and the Northern Environment in Canada*. N.W Radforth et C.O Brawner (directeurs de la publication), U. Toronto Press, Toronto (Ontario).

Gosselink, J.G. et R.E. Turner. 1978. The role of hydrology in freshwater wetland ecosystems. Dans *Freshwater Wetlands: Ecological Processes and Management Potential*. R.E. Good, D.F. Whigham, R.L. Simpson (directeurs de la publication), Academic Press, NY, p. 63-78.

Gray, D.M. 1972. Manuel des principes d'hydrologie. Secrétariat, Comité national canadien, Décennie hydrologique internationale. Conseil national de recherches du Canada, Ottawa (Ont.).

Moore, P.D. et D.J. Bellamy. 1974. *Peatlands*. Springer-Verlag, New York Inc, 221 p.

Pêches et Environnement Canada. 1978. *Atlas hydrologique du Canada*. Approvisionnements et Services Canada, Ottawa (Ontario).

Roulet, N.T. et M.K. Woo. 1986. Hydrology of a wetland in the continuous permafrost region. *J. Hydrol.*, 89, p. 73-91.

Roulet, N.T. et M.K. Woo. 1988. Runoff generation in a low arctic drainage basin. *J. Hydrol.*, 101, p. 213-226.

Siegel, D.I. 1988. A review of the recharge-discharge function of wetlands. Dans *The Ecology and Management of Wetlands*. D.D. Hook *et al.* (directeurs de la publication), Timber Press, Portland, OR, p. 59-67.

Taylor, C.H. et D.C. Pierson. 1985. The effect of a small wetland on runoff response during spring snowmelt. *Atmos.-Ocean*, 23(2), p. 137-154.

Woo, M.K. 1988. Wetland runoff regime in northern Canada. Actes, International Conf. Permafrost, Trondheim (Norvège), août 1988, vol. 1, p. 644-649.

Woo, M.K. et R. Heron. 1987a. Effects of forests on wetland runoff during spring. Actes, Symp. Forest Hydrology and Watershed Manag., Vancouver (C.-B.), août 1967, p. 297-307.

Woo, M.K. et R. Heron. 1987b. Breakup of small rivers in the subarctic. *R. can. de la science du sol*, 24(4), p. 784-795.

2.8 VÉGÉTATION

La carte phytogéographique de la zone d'étude (carte 2.8.1) s'inspire de Rowe (1972) et des modifications apportées par Clayton *et al.* (1977). La variabilité climatique intrarégionale est généralement inférieure à la variabilité interrégionale. Il s'ensuit que les formes semblables de terrains d'une région donnée présenteront une certaine uniformité dans la physionomie floristique (c'est-à-dire dans l'agencement des strates occupées par les arbres, les arbustes, les graminées et les mousses) ainsi que dans la composition des espèces dominantes (Rowe, 1972).

Dans la zone d'étude, on trouve cinq régions de végétation. Chacune a été subdivisée par Rowe (1972) en sections forestières, qui figuent sur la carte 2.8.1. Les sections et les régions forestières sont essentiellement déterminées par les formations végétales des terres émergées. On les a présentées dans le présent document afin de fournir un aperçu plus complet du contexte écologique des terres humides de l'Amérique du Nord. Il n'est pas tenu compte de la végétation des terres humides, sauf lorsque ces dernières occupent la plus grande partie des sections forestières, comme dans les basses-terres de la baie d'Hudson. Les espèces végétales dominantes des terres humides caractéristiques de la zone d'étude seront examinées plus en détail au chapitre 3.

La région de transition entre la forêt boréale et la toundra ainsi que la région de la forêt boréale occupent à elles deux plus de 90 pour 100 de la zone d'étude. La forêt mixte du sud-est (section forestière des Grands Lacs et du Saint-Laurent) en longe la limite sud, entre Winnipeg et le lac Supérieur. Le sud-ouest du Manitoba contient de petites parties de la vraie prairie ainsi que de la transition entre la forêt boréale et la prairie.

Selon Clayton *et al.* (1977), la forêt productive est un terrain boisé où les arbres constituent plus de 25 pour 100 du couvert vertical au sol et mesurent

plus de 6 m de hauteur. La productivité y est généralement supérieure à 2 m^3/ha/an. La forêt non productive ne répond à aucun de ces critères.

2.8.1 TRANSITION ENTRE LA TOUNDRA ET LA FORÊT BORÉALE

Cette région de végétation est la plus septentrionale de la zone d'étude. Elle s'étend dans le nord du Manitoba, dans les basses-terres de la baie d'Hudson en Ontario et au Québec, dans le centre du Québec et du sud au centre du Labrador. Au nord de cette région, au Québec et au Labrador, se trouve la toundra proprement dite, dénuée d'arbres (Clayton *et al.*, 1977).

Cette région de transition comprend à la fois des éléments de la région de la toundra et de celle de la forêt boréale. La végétation de la toundra comprend des arbrisseaux tels que les saules (*Salix* spp.), l'aulne (*Alnus crispa*), le bouleau glanduleux (*Betula glandulosa*) et le lédon du Groënland (*Ledum groenlandicum*). Ces arbrisseaux forment une association avec un sous-bois de plantes herbacées telles que l'airelle des marécages (*Vaccinium uliginosum*), l'airelle vigne-d'Ida (*Vaccinium vitis-idaea*) et la camarine noire (*Empetrum nigrum*). Les endroits les plus exposés, comme les terrains rocheux et les sols minéraux des terres émergées sont dominés par la toundra à lichens et à mousses, où l'on trouve des lichens tels que le lichen des rennes (*Cladonia* spp.), des laîches (*Carex* spp.), des saules inférieurs (*Salix* spp.) et des dryades (*Dryas* spp.).

Les forêts de transition boréales caractéristiques de cette région consistent surtout en peuplements de conifères non productifs dominés par des formations ouvertes d'épinettes noires (*Picea mariana*) rabougries, accompagnées, dans les lieux humides, d'aulnes (*Alnus* spp.), de saules (*Salix* spp.) et de mélèzes laricins (*Larix laricina*). Les forêts boréales mixtes occupent les zones où les conditions climatiques sont moins rigoureuses et les sols plus riches, comme le long des levées alluviales et dans les vallées. Elles sont constituées d'épinettes blanches (*Picea glauca*), de sapins baumiers (*Abies balsamifera*), de peupliers faux-trembles (*Populus tremuloides*) et de bouleaux à papier (*Betula papyrifera*). Dans certains secteurs de la région, on peut observer des pins gris (*Pinus banksiana*) sur les sols à texture grossière biens drainés.

2.8.2 FORÊT BORÉALE

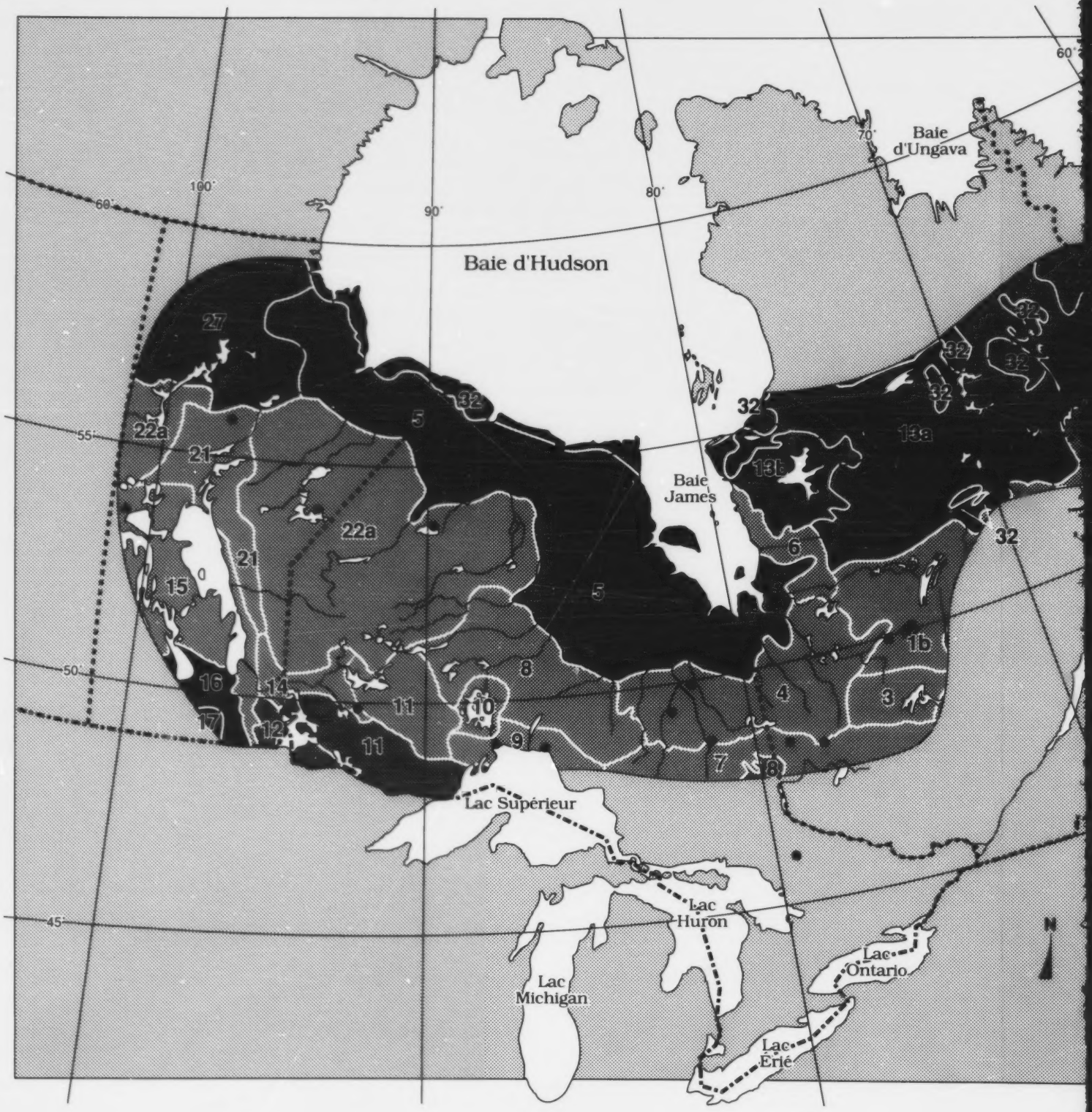
La région de la forêt boréale occupe le centre et le sud de la zone d'étude. Sa superficie est à peu près égale à celle de la région de transition entre la toundra et la forêt boréale. Vers le sud, en Ontario et dans l'ouest du Québec, elle se fond dans la forêt mixte du sud-est.

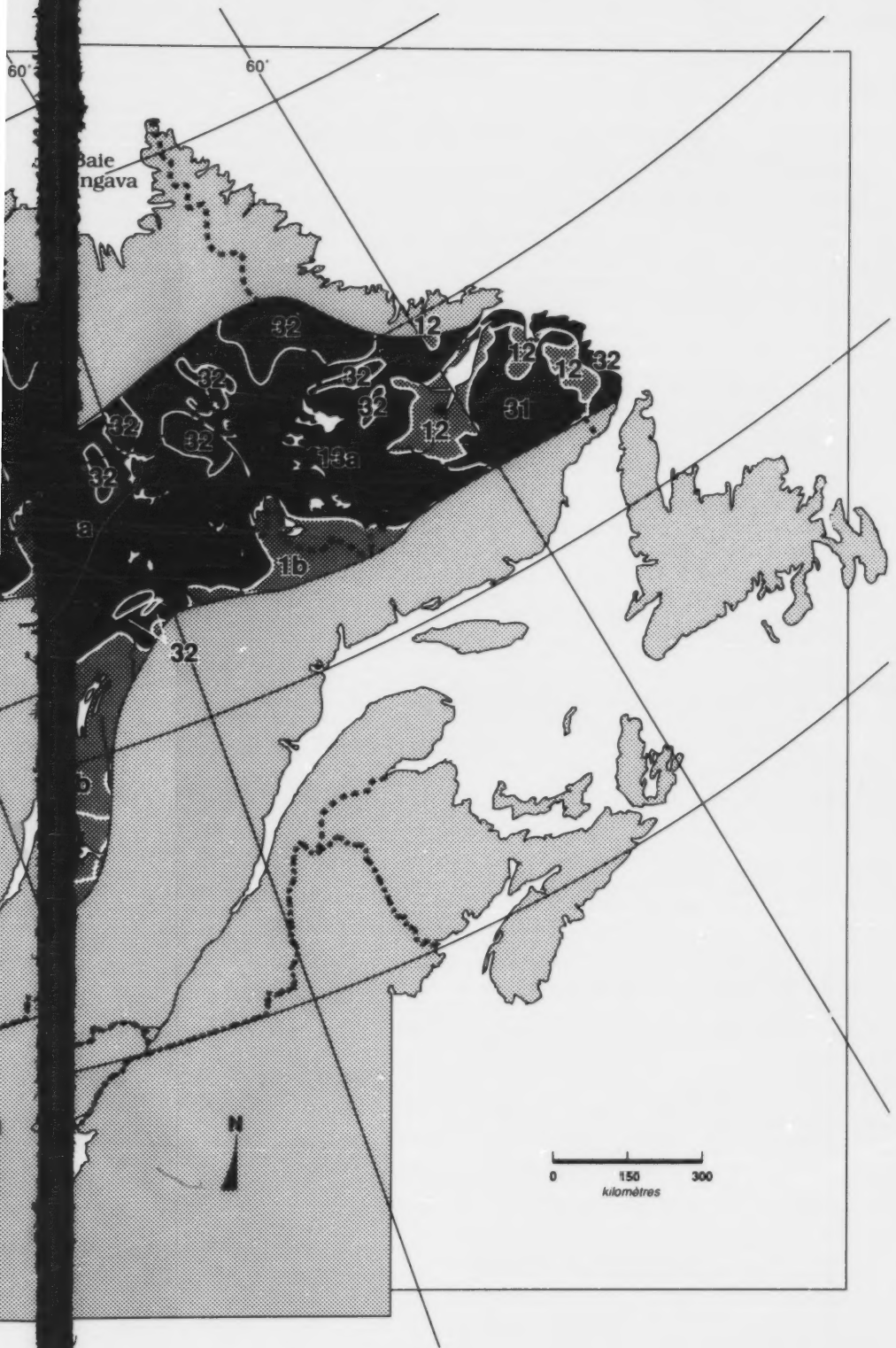
Cette forêt est dominée par les peuplements de conifères généralement productifs, dont l'épinette noire (*Picea mariana*) et l'épinette blanche (*P. glauca*) sont les principaux représentants (Clayton *et al.*, 1977; Rowe, 1972). Parmi les autres conifères caractéristiques de la zone d'étude, mentionnons le mélèze laricin (*Larix laricina*), le sapin baumier (*Abies balsamifera*) et le pin gris (*Pinus banksiana*). Parmi les feuillus fréquents dans toute la région, on trouve le bouleau à papier (*Betula papyrifera*), le peuplier faux-tremble (*Populus tremuloides*) et le peuplier baumier (*P. balsamifera*). Le peuplier faux-tremble abonde particulièrement dans la zone de transition entre la forêt boréale et la prairie. Près de la limite entre la forêt boréale et la forêt mixte du sud-est, on observe un mélange considérable d'essences des deux types de forêt : pin blanc (*Pinus strobus*), pin rouge (*P. resinosa*), merisier (*Betula lutea*), érable à sucre (*Acer saccharum*), frêne noir (*Fraxinus nigra*) et thuya occidental (*Thuja occidentalis*).

L'épinette noire et le mélèze laricin sont les essences les plus répandues dans les terres humides boisées de la plus grande partie de la région. Ces endroits ne sont généralement pas productifs, particulièrement sur les sols organiques (tourbières). La croissance y est limitée par l'humidité excessive et par le froid ou le gel prolongés (Clayton *et al.*, 1977). Les essences fréquemment observées dans les marécages boisés, plus au sud, comprennent le frêne noir et le thuya occidental.

2.8.3 FORÊT MIXTE DU SUD-EST (FORÊTS DES GRANDS LACS ET DU SAINT-LAURENT)

Cette région de végétation comprend les forêts mixtes dont les essences caractéristiques sont le pin blanc (*Pinus strobus*) et le pin rouge (*P. resinosa*), la pruche du Canada (*Tsuga canadensis*) et le merisier (*Betula lutea*). Les essences caractéristiques de la forêt boréale s'y trouvent mélangées,


Baie d'Ungava
Baie d'Hudson
Baie James
Lac Supérieur
Lac Huron
Lac Michigan
Lac Ontario
Lac Érié
N
60°
70°
80°
90°
100°
55°
50°
45°
27
22a
21
15
16
17
14
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
1b
13a
13b
32



carte 2.8.1

ZONE D'ÉTUDE DES TERRES HUMIDES DU NORD

Régions de végétation et sections forestières

Régions

Forêt boréale

1b	Chibougamau - Natashquan	10	Nipigon
3	Gouin	11	Haut de la rivière des Anglais
4	Argiles du Nord	12	Vallées de l'Hamilton et de l'Aigle
6	Est de la baie James	14	Bas de la rivière des Anglais
7	Missinaibi - Cabonga	15	Basses terres du Manitoba
8	Plateau central	21	Fleuve Nelson
9	Lac Supérieur	22a	Conifères du Nord

Forêt mixte du Sud
(forêts des Grands Lacs et du Saint-Laurent)

11	Quetico	12	Rivière à la pluie

Transition entre la toundra et la forêt boréale

5	Basses-terres de la baie d'Hudson	27	Transition du Nord-Ouest
13a	Transition du Nord-Est	31	Pays nus de Terre-Neuve et du Labrador
13b	Fort George	32	Forêt-toundra

Prairie

16	Peupliers et chênes (transition entre la forêt boréale et la prairie)	17	Prairie véritable

13a Les sections forestières sont indiquées pas des nombres

Source
Régions forestières du Canada, 1/6 300 000 (Rowe, 1972)
Vegetation Regions of Canada, 1/25 000 000 (Clayton et al., 1977)

Projection stéréographique polaire

particulièrement dans la zone d'étude. Ce sont le pin gris (*Pinus banksiana*), notamment sur les sols sableux à grossiers, les peupliers (*Populus* spp.) et le bouleau à papier (*Betula papyrifera*). En général, ces forêts sont productives.

Dans cette région, on observe une croissance non productive d'épinettes noires et de mélèzes laricins dans les tourbières. On peut trouver des thuyas occidentaux (*Thuja occidentalis*), des frênes noirs (*Fraxinus nigra*) ou des érables rouges (*Acer rubrum*) sur les terres humides à sols minéraux.

2.8.4 PRAIRIE

De petites parties de la région de prairie véritable et de la région de transition entre la forêt boréale et la prairie occupent l'extrémité sud-ouest de la zone d'étude. La croissance des arbres y est limitée par la sécheresse. Les conditions climatiques sont les plus favorables à la croissance d'une couverture productive de graminées.

Vers le nord, on trouve davantage d'arbres dans la zone où la prairie se transforme en forêt boréale. Les graminées caractéristiques de cette zone de transition sont la fétuque scabre (*Festuca scabrella*), les laîches des régions sèches (*Carex* spp.), les agropyrons (*Agropyron* spp.), les stipes (*Stipa spartea*) et la keulérie à crêtes (*Koeleria cristata*). La prairie véritable est dominée par les stipes (*Stipa* spp.), les barbons (*Andropogon* spp.), les panics (*Panicum* spp.), les faux-sorghos (*Sorghastrum* spp.) et les sporoboles (*Sporobolus* spp.).

Dans la région de transition entre la prairie et la forêt boréale, les arbres se présentent sous forme de touffes ou de bouquets. Le peuplier faux-tremble (*Populus tremuloides*) et le chêne à gros fruit (*Quercus macrocarpa*) dominent les endroits secs, et le peuplier baumier (*P. balsamifera*) les endroits humides. Dans la prairie véritable, les arbres indigènes sont confinés aux berges. On y trouve des ormes d'Amérique (*Ulmus americana*), des érable négondos (*Acer negundo*) et des frênes verts (*Fraxinus pennsylvanica*).

Un trait caractéristique des terres humides de la région des prairies est l'absence d'arbres. La végétation y consiste en formations aquatiques ou submergées dans les dépressions ou les étangs de la prairie. Elle comprend particulièrement les potamots (*Potamogeton* spp.), les myriophylles (*Myriophyllum* spp.), les scirpes (*Scirpus* spp.), le typha à feuilles larges (*Typha latifolia*) et le scolochloa fétuque (*Scolochloa festucacea*). Les formations végétales de la périphérie légèrement plus sèche de ces terres humides sont dominées par des prairies de laîches (*Carex* spp.) où l'on trouve également des calamagrostis (*Calamagrostis* spp.) et une bordure d'arbustes (*Salix* spp.).

2.8.5 BIBLIOGRAPHIE

Clayton, J.S., W.A. Erhlich, D.B. Cann, J.H. Day et I.B. Marshall. 1977. Soils of Canada. Commission canadienne de pédologie et Institut de recherches sur les sols, Agriculture Canada, Ottawa (Ontario), 2 vol. et cartes.

Rowe, J.S. 1972. Les régions forestières du Canada. Service canadien des forêts. Publication n° 1300, Ottawa (Ontario), 172 p. et dépliant cartographique.

CHAPITRE 3

DESCRIPTION DES RÉGIONS DE TERRES HUMIDES

DESCRIPTION DES RÉGIONS DE TERRES HUMIDES

3.1 RÉGIONS DE TERRES HUMIDES ET LEUR RÉPARTITION

Les terres humides sont particulièrement abondantes dans le paysage canadien, où le vaste éventail de conditions climatiques et physiographiques en a favorisé la formation dans une grande variété de types (Tarnocai, 1988). La plus récente estimation de la superficie des terres humides du Canada (y compris les tourbières) se monte à 127,2 millions d'hectares, ou 14 pour 100 de la superficie totale des terres. Les tourbières occupent à elles seules 111,3 millions d'hectares, soit 12 pour 100 de la superficie totale (Zoltai, 1988; Tarnocai, 1984). Bien qu'on en trouve sous toutes les latitudes et sous tous les climats, les terres humides sont plus rares dans les Prairies et le Haut-arctique (Tarnocai, 1984), et plus abondantes sous les latitudes moyennes, particulièrement dans les régions boréales et subarctiques. Sjörs (1961) a observé que la plus grande partie de la superficie totale de tourbe du monde se trouve, et de loin, dans la zone boréale. Toutefois, sa zone boréale comprend aussi les régions de terres humides du Subarctique et du Boréal délimitées par le Groupe de travail national sur les terres humides (1986).

La carte 3.1.1 met en évidence les régions de terres humides et la répartition de ces terres à l'intérieur de la zone d'étude. La présence de terres humides varie de sporadique (moins de 51 pour 100 des terres), particulièrement sur les terres surélevées et dans les régions méridionale et orientale du Bouclier canadien, à étendue et continue. On trouve les terres humides étendues (entre 51 et 75 pour 100 de la superficie des terres) sur les dépôts glaciolacustres du nord du Manitoba, du nord-est et du nord-ouest de l'Ontario, et du centre-ouest du Québec. Les terres humides continues (plus de 75 pour 100 de la superficie des terres) occupent les dépôts glaciolacustres entourant le lac Winnipeg et les sédiments glaciomarins des basses-terres de la baie d'Hudson dans certaines parties du Manitoba, de l'Ontario et du Québec.

La zone d'étude des terres humides du Nord comprend environ 50 pour 100 de la superficie de tourbières et 55 pour 100 du volume total de tourbe estimé au Canada.[1] Elle se divise en neuf régions de terres humides (carte 3.1.1), qui se répartissent, de façon générale, entre quatre zones climatiques, à savoir le Subarctique (régions de terres humides du Haut-subarctique, du Subarctique moyen et du Subarctique atlantique), le Boréal (régions de terres humides du Haut-boréal, du Boréal moyen, du Bas-boréal et du Boréal atlantique), les Prairies (région de terres humides des Prairies continentales) et les Montagnes (région de terres humides des Montagnes de l'Est). Les régions des Prairies et des Montagnes n'occupent que de petites parties de la zone d'étude, et il n'en sera plus question ici. Les régions de terres humides sont des portions de territoire où l'on retrouve des terres humides de types relativement semblables, définis en fonction de leurs caractéristiques biotiques et physiques (Zoltai, 1988). Les zones climatiques ont été délimitées d'après les gradients de température et de précipitation.

Sept des neuf régions de terres humides subarctiques et boréales de la zone d'étude contiennent la plus grande étendue et la plus grande variété de terres humides naturelles. Elles sont décrites sous les rubriques suivantes : Milieu, Caractéristiques des terres humides, Types de terres humides et Toposéquence.

La section sur le milieu précise les facteurs physiographiques et climatiques dominants qui interviennent dans la formation des terres humides. Elle contient aussi une brève description de la

[1] Ces chiffres ont été déterminés d'après la somme des totaux provinciaux calculés par Tarnocai (1984), en attribuant au Labrador la moitié du total de Terre-Neuve et du Labrador.

végétation, des sols et de la faune qui prédominent dans chaque région. Les descriptions physiographiques définissent des configurations de relief et de formes de terrain qui influent sur les types de terres humides de chaque région et sur leur répartition. Ces informations sont extraites en grande partie des cartes et des sources fournies au chapitre 2.

La section sur les caractéristiques donne un aperçu des types de terres humides, de leur répartition, de leur modele, de certaines caractéristiques des sols, de l'épaisseur du mollisol (lorsqu'il y a lieu) et de la superficie recouverte par les eaux. On a dressé un tableau récapitulatif de ces informations pour chaque région importante de terres humides de la zone d'étude. Ces tableaux sont subdivisés selon les grandes configurations physiographiques définies dans la section sur le milieu naturel. Les renseignements fournis, qui décrivent les conditions les plus caractéristiques régnant dans cette partie de la région de terres humides, sont interprétés d'après des données extraites de la littérature. Les sources ayant servi à dresser chaque tableau sont mentionnées.

Les types dominants de terres humides qui peuvent s'observer dans chaque région sont décrits d'une façon assez détaillée : la tourbe, le pergélisol, la végétation, la fonction hydrologique et l'aspect global. Les descriptions sont tirées d'exemples appartenant à la zone d'étude des terres humides du Nord, décrits dans la littérature. Dans la mesure du possible, les données sur la profondeur de la nappe phréatique, l'épaisseur de la tourbe et la chimie des eaux souterraines sont extraites d'études limitées à une localité bien précise.

La section sur la toposéquence illustre, grâce à des schémas, les rapports entre les sols, les types de terres humides et les formes de terrain pour certaines terres humides de chaque région.

La terminologie des types de terres humides se conforme au système de classification des terres humides du Canada employé dans *Terres humides du Canada* (Groupe de travail national sur les terres humides, 1988). Cette classification s'inspire de la physionomie de la végétation, de l'hydrologie et de la chimie des eaux. Au niveau le plus général, il existe cinq classes : fen, bog, marécage, marais et plan d'eau peu profonde. Dans le système canadien, ces classes sont divisées selon la forme des terres humides, qui peuvent être plates, bombées, côtelées, etc. (Zoltai, 1988). Toutefois, on trouve également dans la littérature des subdivisions physionomiques de ces cinq grandes classes. Il existe, par exemple, des sous-classes telles que boisé, ouvert (dénué d'arbres), riche en arbustes, à graminées (riche en graminées), de bosquet, etc., définies dans la classification de Jeglum *et al.* (1974). Bien qu'on ait employé, dans le présent chapitre, le système de classification par formes de terres humides, on y mentionne les subdivisions physionomiques afin de ne pas trop s'écarter de la littérature.

Le présent document vise à décrire les terres humides de la zone d'étude des terres humides du Nord et les ressources intervenant dans leur formation. On n'a essayé en aucune façon de résumer la volumineuse littérature qui traite des processus chimiques ou physiques liés à la formation des terres humides. On trouvera d'excellents résumés de ces processus dans les ouvrages suivants : Moore et Bellamy (1974), Gore (1983) et Zoltai (1988).

3.2 TERRES HUMIDES SUBARCTIQUES

Le Subarctique est une zone de transition entre l'Arctique dénué d'arbres et le Boréal boisé (Zoltai et *al.*, 1988), semblable à la région désignée sous le nom de forêt-toundra (Rowe, 1972; Stanek, 1973). Il se subdivise en trois principales régions de terres humides : le Haut-subarctique, le Bas-subarctique et le Subarctique atlantique (carte 3.1.1).

La région écoclimatique du Subarctique, délimitée par le Groupe de travail sur les écorégions (1989) d'après la végétation et le climat, est comparable à la zone englobant les régions de terres humides du Haut-subarctique et du Subarctique moyen. Sur le plan végétal, elle s'étend de la forêt mixte fermée du Boréal à la toundra ouverte de l'arctique. Les forêts d'épinettes noires, qui sont les plus caractéristiques du Subarctique, deviennent de plus en plus ouvertes et rabougries lorsqu'on se dirige vers le nord. Sur le plan climatique, la définition du Subarctique lui attribue une température moyenne annuelle de -9,8 °C, une période sans gel moyenne de 51 jours et une moyenne annuelle de la précipitation totale atteignant 266 mm (Groupe de travail sur les écorégions, 1989). Le Subarctique s'étend presque entièrement à l'intérieur de la zone de pergélisol discontinu, mais chevauche la zone de pergélisol continu au nord (Brown, 1967).

Les régions de terres humides du Subarctique se caractérisent par des hivers au froid intense, des étés courts et frais, et des précipitations relativement faibles tout au long de l'année (Zoltai, 1988). Dans le Subarctique, les précipitations augmentent généralement de l'ouest à l'est du Canada, ce qui a pour effet de restreindre davantage la formation de pergélisol dans l'est. À l'ouest de la zone d'étude, le pergélisol est présent dans toutes les tourbières du Subarctique. Dans les limites de la zone d'étude, il est sporadique et se présente le plus souvent sous forme de lentilles de glace dans les bogs à palse ou les bogs de plateau tourbeux (Zoltai, 1988). Au nord du fleuve Nelson (Manitoba), on trouve également des polygones de coins de glace dans des tourbes profondes (Stanek, 1973).

Au sein de la zone d'étude, c'est dans les basses-terres de la baie d'Hudson, au Manitoba, en Ontario et au Québec, que la formation des terres humides de la région du Subarctique atteint son plus grand développement. Environ 70 pour 100 de ces basses-terres, qui abritent la plus grande étendue de terres humides au Canada et la deuxième au monde, se trouvent dans la région du Subarctique de la zone d'étude. Il s'en trouve quelque 20 pour 100 dans le Haut-subarctique, surtout le long du littoral de la baie d'Hudson, et environ 50 pour 100 dans le Bas-subarctique. Le reste est situé dans les régions du Haut-boréal et du Boréal moyen.

Parmi les terres humides, les bogs et les fens dominent le paysage organique des basses-terres, mais on y trouve aussi des étendues notables de marécages tourbeux et de terres humides à sol minéral, comme les marécages riverains (en bordure d'un cours d'eau), les marais d'eau douce et les marais salés. Cowell *et al.* (1983) ont déterminé, d'après la carte de végétation dressée par Bates et Simkin (1969), la superficie occupée par les diverses configurations de végétation et de terrain dans la partie ontarienne des basses-terres de la baie d'Hudson, au nord du 52° parallèle. Ces calculs permettent d'obtenir une estimation de l'étendue relative des principaux types de terres humides : bogs et marécages pauvres en éléments nutritifs, 48 pour 100; fens, 18 pour 100; marécages, 14 pour 100; marais (marais d'eau douce et marais salés), 3 pour 100. Le reste consiste en terres surélevées (8 pour 100) et en eau libre (9 pour 100).

Riley (1988) a calculé la superficie relative des principaux types de terres humides de la partie ontarienne des basses-terres de la baie d'Hudson, d'après leur présence le long d'un transect nord-sud (v. aussi Riley, 1982, p. 550 à 552). Les données provenaient d'un programme intensif d'échantillonnage réalisé au cours de la fin des années soixante-dix. Riley (1988) a calculé que la superficie totale des terres humides (à l'exclusion de la superficie des terres surélevées) de la partie ontarienne des basses-terres de la baie d'Hudson s'élève à 22,1 millions d'hectares répartis comme suit : bogs, 36,2 pour 100 (8,0 millions d'hectares); bogs à palse et bogs de plateau tourbeux, 21,6 pour 100 (4,77 millions d'hectares); fens, 24 pour 100 (5,3 millions d'hectares); marécages, 12,7 pour 100 (2,8 millions d'hectares); marais (marais salés ou marais d'eau douce), 5,5 pour 100 (1,23 millions d'hectares). Il ne fournit pas d'estimation de la superficie occupée par les terres surélevées, mais en leur attribuant une étendue d'environ 10 pour 100, on constate que les deux séries d'estimations concordent remarquablement.

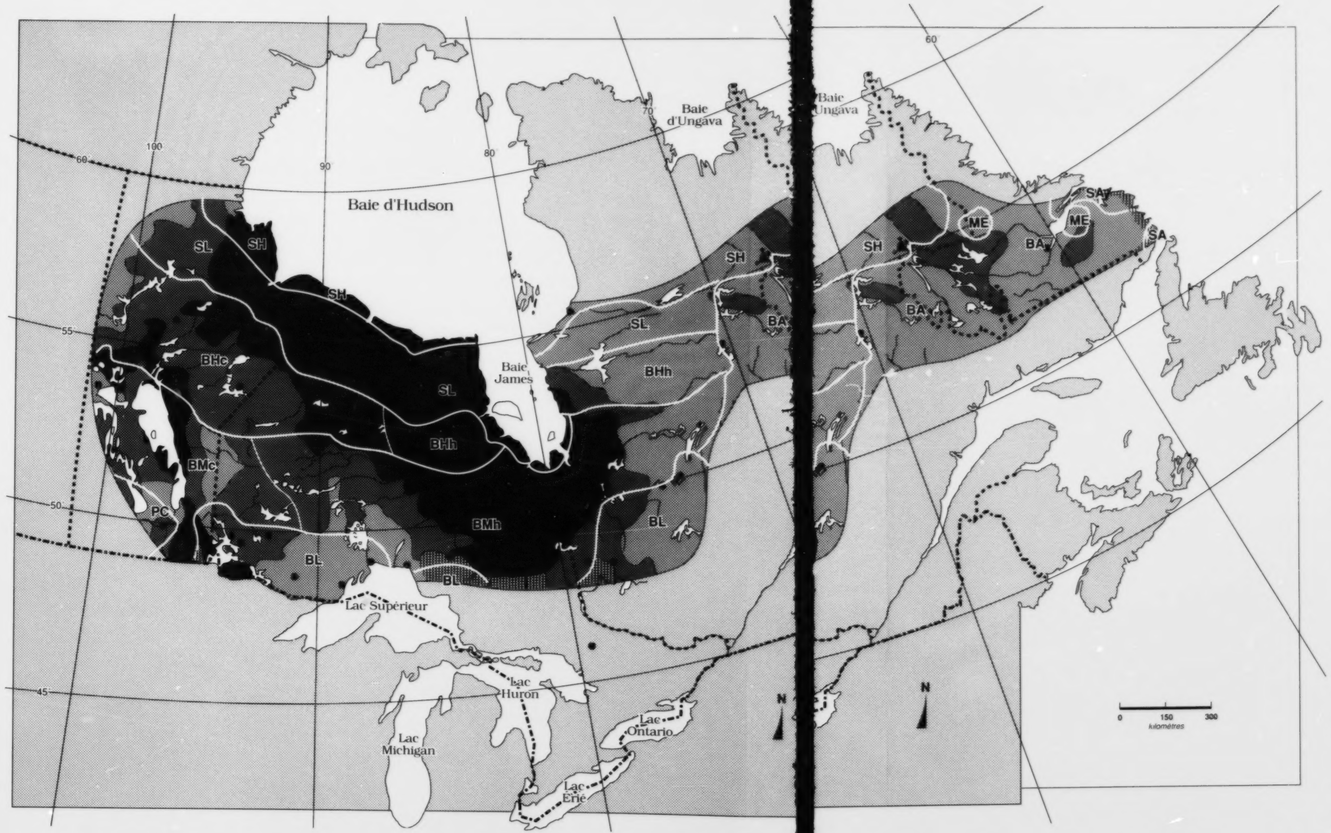
On trouve aussi des terres humides étendues dans le Bas-subarctique du Manitoba, sur des sédiments du lac glaciaire Agassiz. Dans la région du Subarctique atlantique, qui longe les côtes atlantiques du Labrador et du Québec, les terres surélevées prédominent, et les terres humides occupent moins de 26 pour 100 de la superficie.

3.2.1 RÉGION DES TERRES HUMIDES DU HAUT-SUBARCTIQUE

3.2.1.1 MILIEU

Physiographie

Dans la zone d'étude, la région des terres humides du Haut-subarctique se divise en deux configurations physiographiques distinctes. Au nord-ouest, elle occupe une étroite bande côtière le long de la côte sud-ouest de la baie d'Hudson, presque entièrement contenue dans la division physiographique des basses-terres de la baie d'Hudson (section 2.5.2). La plus grande superficie occupée par le Haut-subarctique dans la zone d'étude se trouve à l'est de la baie d'Hudson. Il s'y étend sur de vastes portions des divisions physiographiques du plateau de Larch, des collines du Labrador et des basses-terres de Whale, dans le centre-nord du Québec. Churchill, l'un des lieux de recherche de l'étude des terres humides du Nord, se trouve près



carte 3.1.1

ZONE D'ÉTUDE DES TERRES HUMIDES DU NORD

Régions de terres humides et étendue en pourcentage des terres humides

Régions de terres humides
(délimitées par les bordures blanches)

SA	Subarctique atlantique
SH	Haut-subarctique
SL	Bas-subarctique
BHh	Haut-boréal humide
BHc	Haut-boréal continental
BMh	Boréal moyen humide
BMc	Boréal moyen continental
BL	Bas-boréal
BA	Boréal atlantique
PC	Prairies continentales
ME	Montagnes de l'Est

Étendue en pourcentage des terres humides

- de 0 à 5 %
- de 6 à 25 %
- de 26 à 50 %
- de 51 à 75 %
- de 76 à 100 %

Source
Les régions à terres humides et Répartition des terres humides, 1/7 500 000
(Groupe de travail national sur les terres humides, 1986)

Projection stéréographique polaire

du littoral de la baie d'Hudson, dans la partie du Haut-subarctiue qui coïncide avec les basses-terres.

Au cours de la dernière période glaciaire, le poids de la glace a fait subir un important affaissement à la région qui entoure la baie d'Hudson, dont les rivages méridionaux et occidentaux sont très plats. Un accroissement, même infime, du soulèvement isostatique y produit donc un recul relativement rapide du littoral. Il en résulte une adjonction continue de «nouvelle» terre à la plaine côtière.

La partie occidentale de cette plaine côtière comporte de grandes crêtes de plage parallèles et bien drainées, séparées par des dépressions où le drainage est pauvre (Wickware et Rubec, 1988). Près de la côte, une végétation clairsemée pousse sur ces crêtes, qu'une déflation caractéristique a privées de leurs particules de sables les plus fines. Lorsqu'on s'enfonce dans les terres, les crêtes et les dépressions se paludifient de plus en plus. Seules les crêtes les plus hautes et les plus grosses y demeurent reconnaissables. Vers l'est, elles deviennent plus rares et moins bien constituées. On trouve, dans toute cette partie de la région du Haut-subarctique, de vastes waddens, souvent jonchés de gros rochers poussés vers la rive par les glaces de la baie d'Hudson.

Au Québec, la division physiographique du plateau de Larch domine la région des terres humides du Haut-subarctique. Il s'agit d'une plaine ondulée où l'altitude varie entre 150 et 450 m. Le drainage se fait essentiellement vers la baie d'Ungava, sauf à l'extrémité occidentale, le long de la baie d'Hudson. La roche de fond est principalement granitique et largement exposée. À peine y trouve-t-on de minces dépôts morainiques localisés (Gilbert *et al.*, 1985). Dans les portions méridionales, le long de la baie d'Hudson, on trouve des sédiments fins dans les vallées (Gilbert *et al.*, 1985). Ceux-ci comprennent des argiles marines déposées au cours des étages marins postglaciaires supérieurs de la baie d'Hudson (mer de Tyrrell). La division physiographique des basses-terres de Whale forme l'extrémité orientale de la région des terres humides du Haut-subarctique. Ces basses-terres se composent d'une roche de fond tant granitique que sédimentaire, habituellement recouverte d'épais dépôts glaciaires (Gilbert *et al.*, 1985). Ces dépôts, essentiellement morainiques, comprennent des drumlins et des moraines côtelées. Les basses-terres de Whale se caractérisent par des protubérances de roche de fond dispersées qui y dominent les dépôts glaciaires et atteignent, dans le nord, une altitude de 250 m.

Climat

La région des terres humides du Haut-subarctique se trouve dans une zone au climat rigoureux où les hivers sont très froids, les étés courts et frais. Les variations saisonnières de la position du front arctique exercent une influence sur le climat régional. En hiver, la position plus méridionale de ce front permet à l'air froid arctique de prédominer; en été, son déplacement vers le nord autorise des incursions d'air humide tempéré. La végétation du Subarctique et de la toundra s'épanouit là où les masses d'air arctique dominent pendant plus de 10 mois (Bryson et Hare, 1974). Dans cette région, il existe un contraste notable entre les localités côtières et celles de l'arrière-pays, en raison de l'influence de la baie d'Hudson et de la baie James (Rouse et Bello, 1985; Lafleur et Rouse, 1988). Les localités côtières subissent des vents plus forts, une nébulosité supérieure et une température plus variable. On trouvera au tableau 3.2.1 des statistiques sommaires sur les éléments climatologiques.

TABLEAU 3.2.1

Statistiques Climatologiques de la Région des Terres Humides du Haut-Subarctique*

ÉLÉMENT CLIMATOLOGIQUE		Moyenne	Amplitude
Insolation effective (heures)**		1 608	1 497 à 1 828
Précipitation (mm)	- annuelle	549	402 à 769
Hauteur de neige (cm)	- annuelle	241	130 à 387
Température (°C)	- annuelle	-5,4	-4,3 à -7,2
	- janvier	-25,2	-22,5 à -28,5
	- juillet	12,2	10,5 à 15,6
Degrés-jours de croissance (°C)		645	554 à 952
Saison de croissance (jours)		106	85 à 127
Jours sans gel		117	109 à 132

* Statistiques compilées pour la période de 1951 à 1980 d'après les observations effectuées dans six stations de la région du Haut-subarctique de la zone d'étude des terres humides du Nord.

** D'après les observations effectuées dans trois stations.

L'insolation effective décline d'ouest en est. À Kuujjuarpik, par exemple, la nébulosité et le brouillard sont élevés au printemps et en automne, lorsqu'il existe un contraste marqué entre les

températures de l'air et de l'eau. La nébulosité est minimale en hiver, alors que la baie d'Hudson est gelée.

La précipitation annuelle totale augmente d'ouest en est; Churchill reçoit 402 mm de précipitations chaque année, alors qu'il en tombe 769 sur Schefferville. L'ouest subit plus souvent l'influence de l'air froid de l'arctique, qui contient très peu d'humidité. La baie d'Hudson peut représenter une source considérable d'humidité atmosphérique pour son rivage oriental. L'influence orographique est limitée aux promontoires rocheux bordant la côte orientale de la baie d'Hudson (près de Kuujjuarapik).

Les terres limitrophes de la baie d'Hudson et de la baie James sont froides en comparaison d'autres régions situées sous la même latitude. On y trouve les spécimens les plus méridionaux de végétation subarctique et de pergélisol. La baie d'Hudson est une vaste étendue d'eau froide qui retarde le réchauffement printanier et modifie les températures estivales de sorte qu'elles sont plus basses que celles de l'arrière-pays. En hiver, la baie se transforme en une grande surface de glace que l'air froid arctique peut balayer depuis le nord-ouest sans que rien ne vienne modifier son cours. Les températures moyennes de l'année et celles de janvier augmentent d'ouest en est.

Végétation, sols, pergélisol et faune

Trait caractéristique de cette région, les arbres, là où il y en a, sont rabougris et très dispersés. Les terres surélevées sont dominées par les épinettes noires (*Picea mariana*), auxquelles viennent parfois s'ajouter quelques épinettes blanches (*Picea glauca*) et une couverture de bouleau glanduleux (*Betula glandulosa*), de saules (*Salix* spp.), de lédon du Groënland (*Ledum groenlandicum*), de linaigrette à feuilles étroites (*Eriophorum angustifolium*), d'airelles (*Vaccinium* spp.), de diverses mousses, en particulier d'hypnacées (p. ex. *Pleurozium schreberi*), et de lichens (*Cladonia* spp.) (Groupe de travail sur les écorégions, 1989). De grandes étendues couvertes d'épinettes rabougries et d'un abondant tapis de lichens, dites «forêts-lichens», sont fréquentes dans le Haut-subarctique. Vers le nord, ces forêts-lichens font place à la végétation de toundra (section 2.8). Les endroits les plus humides de cette région sont dominés par des monceaux ou des touffes de laîche (*Carex* spp.) et de linaigrettes en association avec des sphaignes (Groupe de travail sur les écorégions, 1989).

Au Québec, les sols minéraux surélevés prédominent dans la portion orientale de cette région de terres humides. Ce sont surtout des régosols ou des brunisols dystriques médiocrement évolués reposant sur des matériaux de texture grossière bien drainés (Gilbert *et al.*, 1985), ainsi que des cryosols brunisoliques reposant sur des sols surélevés humides à imparfaitement drainés. Les sols des terres humides sont essentiellement des cryosols organiques fibriques et mésiques peu à modérément épais (section 2.6). Les gleysols orthiques sont fréquents dans les marais salés et les marais d'eau douce qui bordent la côte sud-ouest de la baie d'Hudson (Protz, 1982a). On trouve souvent, sur les crêtes de plage de l'intérieur qui n'ont pas été paludifiées, des podzols humo-ferriques (Protz, 1982b).

Au Manitoba et en Ontario, la région des terres humides du Haut-subarctique se trouve dans la zone de pergélisol continu (section 2.6). Brown (1978) a constaté que l'épaisseur du pergélisol à Churchill (Manitoba) est de 60 m. Les températures du sol sont de -2,5 °C et de -1,7 °C à des profondeurs variant entre 7,5 et 16,5 m (Brown, 1967). On s'est aperçu que les températures du sol dans la roche de fond (grès), près de l'aéroport de Churchill, connaissent une grande variation tout au long de l'année (la plus grande parmi les quatre stations septentrionales recensées) et les températures à proximité de la surface fluctuaient rapidement pendant la période de juin à septembre (Etkin *et al.*, 1988). Au Québec, la région des terres humides du Haut-subarctique occupe la moitié méridionale de la zone de pergélisol discontinu étendu (carte 2.6.3).

Dans la zone d'étude, la faune habituelle à la région des terres humides du Haut-subarctique comprend le caribou (Québec et nord du Manitoba), l'orignal, l'ours noir, l'ours blanc (côte de la baie d'Hudson en Ontario et au Manitoba), le loup, le coyote, le castor, le lièvre d'Amérique, le rat musqué, le renard roux, le tétras du Canada, le grand corbeau et le balbuzard (Groupe de travail sur les écorégions, 1989). Au Québec, au moins une harde de caribous utilise cette région comme quartiers d'hiver.

3.2.1.2 CARACTÉRISTIQUES DES TERRES HUMIDES

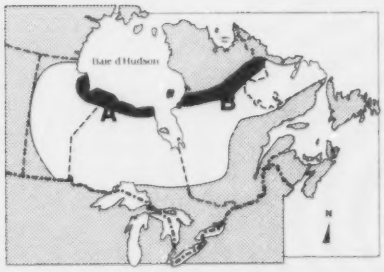
Le tableau 3.2.2 résume les caractéristiques des terres humides des deux principales zones physiographiques du Haut-subarctique : la région

TABLEAU 3.2.2

Caractéristiques des terres humides de la région du Haut-subarctique

	BASSES-TERRES DE LA BAIE D'HUDSON (A)	BOUCLIER CANADIEN (B)
TYPES DE TERRES HUMIDES	Bog à palse, bog de plateau polygonal tourbeux, bog de plateau, bog en plaqué, fen horizontal, fen côtelé du Nord, marais d'eau douce, marais salé	Bog à palse, fen horizontal
RÉPARTITION DES TERRES HUMIDES (%)	85	de 6 à 25
MORPHOLOGIE/PENTE	plats, bossués/horizontaux	bossués/horizontaux et confinés
PROFONDEUR DE LA TOURBE (cm)	de 0 à 150	moins de 100
DÉCOMPOSITION	mésique, de 60 à 75 %	fibrique
SOLS DES TERRES HUMIDES	Gleysol orthique Gleysol régosolique à phase tourbeuse Mésisol terrique Cryosol organique fibrique	Gleysol régosolique à phase tourbeuse Fibrisol terrique Cryosol organique fibrique
PÉDOCLIMAT (Temp./humidité)	Subarctique/peraquique	Subarctique/humide
TEMPÉRATURE MOYENNE ANNUELLE DU SOL (°C)	–1,6 (Churchill)	de -0,7 à 1,4
ÉPAISSEUR DU MOLLISOL (cm)	de 30 à 50	de 30 à 50
SUPERFICIE RECOUVERTE PAR LES EAUX (%)	-	de 10 à 20

SOURCES :
Clayton *et al.*,1977; Cowell *et al.*,1983; Manitoba-Canada Soil Survey, 1986; Groupe de travail national sur les terres humides, 1986; Riley, 1982; Ritchie, 1959 et 1960; Sims *et al.*,1987; Tarnocai, 1972; Young et Judge, 1985; Zarnovican et Bélair, 1979.



côtière des basses-terres de la baie d'Hudson (littoral sud-ouest de la baie d'Hudson) et la région du Bouclier dans le centre-nord du Québec.

Les terres humides du Bouclier canadien, dans le Haut-subarctique québécois, consistent surtout en bogs à palse entourés de fens horizontaux dans des bassins rocheux peu profonds (Zarnovican et Bélair, 1979). Ces bogs présentent une surface bossuée, dénuée d'arbres. L'accumulation organique est la plus faible, en moyenne, de la zone d'étude (Tarnocai, 1984). Les sols des bogs à palse sont principalement des cryosols organiques fibriques. Dans les fens, on trouve des gleysols à phase tourbeuse et des fibrisols ou des mésisols terriques. Les types de sol exempts de pergélisol témoignent de la faible accumulation de tourbe. Les bogs à palse se composent de tourbe de sphaignes fibrique. Les fens comportent une surface de tourbe de sphaignes fibrique recouvrant des tourbes de laîches mésiques. La température moyenne annuelle du sol est plus élevée dans cette portion du Haut-subarctique qu'à Churchill, dans la portion occidentale, même si celle-ci se trouve bien plus au sud. Ce phénomène témoigne du rafraîchissement de la température induit par la baie d'Hudson, qui explique le prolongement méridional de la zone de pergélisol continu au sud-ouest de cette baie. En moyenne, les eaux recouvrent de 10 à 20 pour 100 de la superficie.

C'est dans les basses-terres de la baie d'Hudson qu'on retrouve la plus grande quantité et la plus grande variété de terres humides. Celles-ci sont jeunes, ayant émergé de la mer il y a moins de 4 000 à 5 000 au point le plus éloigné de la côte (Protz *et al.*, 1984 et 1988). On estime que l'accumulation de tourbe dans les marais d'eau douce de la région de York Factory a débuté environ 600 ans après l'émersion (Tarnocai, 1982). La grande variété des types de terres humides de cette partie de la région du Haut-subarctique est le produit d'un fort gradient temporel (attribuable au relèvement isostatique) joint à tout un éventail de conditions minérotrophes.

Sur la côte, l'influence des eaux salées et saumâtres de la baie d'Hudson engendre un milieu salin. En remontant vers l'intérieur des terres, on découvre des terres humides et des tourbières minérotrophes. En s'enfonçant encore davantage dans l'arrière-pays, là où l'accumulation de tourbe et le pergélisol ont isolé de la communauté vivante le substrat riche en bases, on trouve des tourbières ombrotrophes.

Riley (1982) décrit la région des terres humides du Haut-subarctique, dans les basses-terres, comme un milieu sur lequel le pergélisol exerce une forte influence, que démontre particulièrement la constitution de tourbières pergélisolées, comme les bogs à palse et les bogs de plateau. Des marais d'eau douce s'étendent parallèlement à la côte et les marécages de bosquet (marécages arbustifs) sont nombreux le long des chenaux de drainage. On n'y trouve pas autant de marais salés et de marais d'eau saumâtre que le long de la côte de la baie James (Bas-subarctique), car, la dénivellation du littoral de la baie d'Hudson étant plus prononcée, la zone intertidale y est réduite en proportion (Riley, 1982). Les marais d'eau douce font place à de larges fens horizontaux, qui sont à leur tour remplacés par des formes de terrain à bog pergélisolé. Les fens côtelés servent souvent de voies de drainage entre les crêtes de plage et les bogs de plateau. Les terres surélevées, y compris les crêtes de plage et les levées alluviales, occupent environ 15 pour 100 de la superficie, les bogs de plateau et les bogs à palse 35 pour 100, les bogs plats 5 pour 100, les fens horizontaux ou côtelés 35 pour 100, les marais et les marécages environ 10 pour 100 (Riley, 1982).

Dans la région du Subarctique, l'épaisseur de la tourbe, nulle sur la côte, varie jusqu'à un maximum d'environ 1,5 m (Sims *et al.*, 1987). Dans les marais d'eau douce et les fens côtiers, la décomposition modérée des tourbes (mésiques) révèle leur origine en tant que graminées et que laîches. La couche supérieure des bogs est formée de matière fibrique, mais la plus grande partie de la substance tourbeuse est mésique sur le plan de la décomposition. On trouve de grandes superficies de sols organiques (surtout de minces mésisols terriques dans les fens), de cryosols (cryosols organiques fibriques dans les bogs à palse et les bogs de plateau) et de sols minéraux de terres humides (surtout des gleysols régosoliques à phase tourbeuse dans les marais et les marécages de bosquet). Les pédoclimats, classés comme subarctiques, sont saturés durant de longues périodes. Dans le Haut-subarctique de la zone d'étude, le pergélisol ne se rencontre pratiquement que dans les bogs à palse et les bogs de plateau, où l'épaisseur du mollisol ne dépasse pas 30 à 50 cm. Les fens de l'arrière-pays servent de chenaux de drainage entre les crêtes de plage et les bogs de plateau, et l'écoulement de l'eau est suffisant pour

empêcher la formation du pergélisol. La surface des terres humides varie de plate à bossuée. Le sol bossué est surtout propre aux bogs à palse et aux bogs de plateau, où il résulte de la présence de pergélisol. La dénivellation totale en direction de la baie d'Hudson est extrêmement faible. Les crêtes de plage et de grands bogs de plateau nuisent au drainage.

Tarnocai (1972) a donné une description détaillée d'un cryosol organique mésique dans un bog à palse de la région de York Factory («sol silcox»). Tarnocai (1982) et Ritchie (1960) ont décrit des types de terres humides des environs de York Factory et de la rivière Hayes, au Manitoba, ainsi que leur végétation et leurs sols. Quant à Brown-Beckel (1957), il a publié des mesures détaillées du mollisol, effectuées en plusieurs endroits des terres surélevées et des terres humides de Churchill, au Manitoba. Young et Judge (1985) ont publié des mesures plus récentes des températures du sol.

3.2.1.3 TYPES DE TERRES HUMIDES

Dans la zone d'étude, les types de terres humides les plus caractéristiques du Haut-subarctique sont le bog à palse, le bog de plateau tourbeux, le bog en plaqué, le fen horizontal, le fen côtelé du Nord, le marais d'eau douce et le marais salé. Les marais se trouvent le long de la côte de la baie d'Hudson en Ontario et au Manitoba. Les bogs en plaqué et les fens horizontaux sont décrits à la section 3.2.2.3 (Bas-subarctique). Le tableau 3.2.3 contient des données sur l'épaisseur de la tourbe, le pH des eaux souterraines et la profondeur de la nappe phréatique dans les marais, les fens et les bogs du Haut-subarctique ontarien.

Marais

Les marais sont des terres humides extrêmement minérotrophes. Dans le haut et le Bas-subarctique, ils abondent sur les côtes de la baie d'Hudson et de la baie James. Les marais salés et les marais d'eau saumâtre occupent les parties intermédiaire et supérieure de la zone d'inondation des marées; quant aux marais d'eau douce, ils se trouvent juste à l'intérieur des terres, hors d'atteinte des marées.

En se fondant principalement sur la végétation, Glooschenko *et al.* (1988) ont classé parmi les terres humides subarctiques les marais salés qui longent la baie James et la baie d'Hudson, au nord de la rivière Attaouapiskat. Ils ne les ont pas distingués selon leur appartenance au Bas ou au Haut-subarctique. Les marais situés au sud de la rivière Attaouapiskat, sur la baie James, ont été classés parmi les terres humides boréales.

Dans les marais du Subarctique, l'espèce végétale dominante des waddens à la salinité relativement élevée est *Puccinellia phryganodes*, et celle des waddens à plus faible salinité, *Hippuris tetraphylla*. Les parties les plus élevées des waddens se caractérisent par la présence de laîches *Carex subspathacea* et d'herbacées telles que *Potentilla egedii* (Glooschenko *et al.*, 1988).

La surface de ces marais est virtuellement exempte de toute accumulation de matière organique. Il s'agit d'un résultat de l'action des marées, qui emportent cette matière ou l'enfouissent sous des couches de limon. On trouve néanmoins une abondante matière organique sous la surface minérale, soit qu'elle y ait été enfouie par des sédiments, soit qu'il s'agisse d'une masse dense de racines (Martini et Protz, 1978; Martini *et al.*, 1979 et 1980; Martini, 1981; Clarke *et al.*, 1982). La couche de sol qui se trouve juste sous la surface de ces marais est anaérobie et présente de très fortes conditions réductrices. Celles-ci se révèlent par des couleurs extrêmement sombres à moins de 20 cm de la surface (Protz, 1982a; Wickware & Associates Inc., 1990). La nappe phréatique fluctue selon les cycles de la marée mais se trouve généralement près de la surface minérale (tableau 3.2.3). Les marais sont périodiquement inondés par l'eau de mer.

Les marais d'eau douce, qui se trouvent au-dessus de la zone d'inondation des marées, occupent la frontière entre les marais salés et les fens (Sims *et al.*, 1987; Wickware & Associates Inc., 1990). La végétation dominante comprend des laîches (*Carex aquatilis*), des saules (*Salix brachycarpa*), des joncs (*Juncus balticus*), des pétasites (*Petasites sagittatus*) et des calamagrostis (*Calamagrostis stricta*). On trouve aussi beaucoup de quenouilles (*Typha latifolia*) dans les marais d'eau douce du Bas-subarctique. Ces marais se caractérisent par l'accumulation de tourbe dont la décomposition varie de nulle à faible (d'une épaisseur généralement inférieure à 25 cm), une nappe phréatique au niveau de la surface ou légèrement en dessous, et la présence de sols minéraux gleyifiés fortement réduits juste sous la tourbe (Protz, 1982b; Wickware & Associates Inc., 1990). Les parties supérieures de la couche minérale contiennent une matière

organique abondante, qui est vraisemblablement un vestige de la végétation antérieure de marais salé.

La productivité primaire des marais salés est faible en comparaison de celle d'autres terres humides de ce type (Glooschenko *et al.*, 1988). Les sols et les eaux souterraines sont riches en éléments nutritifs, le pH est supérieur à 7,0 et les concentrations de calcium, de magnésium et de sodium sont les plus élevées parmi toutes les terres humides.

Fens côtelés du Nord

Les fens côtelés du Nord sont des terres humides minérotrophes caractérisées par des crêtes de tourbe basses et étroites qui les coupent transversalement, perpendiculairement à l'écoulement de l'eau (Zoltai *et al.*, 1988a). Ces crêtes, aussi appelées lanières, sont espacées de cinq à plusieurs dizaines de mètres, et se rapprochent généralement lorsque la déclivité augmente. Les fens côtelés du Nord se forment là où la zone d'infiltration des eaux souterraines est quelque peu restreinte en comparaison de celle des fens horizontaux. Les fens côtelés sont fréquents dans le Haut-subarctique des basses-terres de la baie d'Hudson et dans l'ensemble des régions de terres humides du Bas-subarctique et du Haut-boréal. La principale différence entre les fens côtelés du Boréal et du Subarctique tient à ce que, dans le Subarctique, les crêtes contiennent du pergélisol (Zoltai *et al.*, 1988a).

Les crêtes (ou «lanières») sont formées de tourbe plus dense que celles des dépressions qui les séparent (les «flarks») et dominent habituellement celles-ci de 10 à 30 cm (Zoltai *et al.*, 1988a). Elles agissent comme autant de digues sur l'écoulement de l'eau à travers le fen. Elles sont aussi plus sèches que la partie principale du fen et fournissent une isolation supérieure, qui permet la préservation du gel saisonnier jusqu'à une époque avancée de l'été. Cette particularité peut entraîner un jour la constitution de pergélisol (Zoltai *et al.*, 1988a), qui augmente encore l'élévation de la lanière au-dessus des mares environnantes et peut finir par provoquer la formation de bogs de plateau tourbeux sur les crêtes.

Zoltai *et al.* (1988a) ont décrit la végétation des fens côtelés du Nord. Celle-ci est dominée par des espèces du genre *Carex* et *Eriophorum vaginatum*. Les flarks contiennent des mousses, comme *Drepanocladus* spp., *Scorpidium* spp., *Campylium* spp. et *Pohlia* spp., alors que, dans les lanières, dominent des arbustes tels que *Ledum groendlandicum*, *Betula glandulosa* et *Chamaedaphne calyculata* ainsi que des sphaignes (*Sphagnum fuscum* et *S. magellanicum*). Les crêtes fortement surélevées par le pergélisol possèdent une végétation ressemblant à celles des bogs de plateau tourbeux, mais on y trouve davantage d'arbustes et de lichens, et il y pousse des épinettes noires (*Picea mariana*) clairsemées.

TABLEAU 3.2.3

Moyenne (écart type) de l'épaisseur de la tourbe, de la profondeur de la nappe phréatique et du pH des eaux souterraines des marais, des marécages, des fens et des bogs dans la partie des basses-terres de la baie d'Hudson (Ontario) appartenant au Haut-subarctique. Les fens à graminées et les fens arbustifs inférieurs correspondent essentiellement à des fens horizontaux, alors que les fens boisés représentent la phase à lanières des fens côtelés. Les bogs sont surtout des bogs de plateau et des bogs à palse (d'après Sims *et al.*, 1987).

TERRE HUMIDE	NOMBRE DE SPÉCIMENS	PROFONDEUR DE LA NAPPE PHRÉATIQUE (cm)	ÉPAISSEUR DE LA TOURBE (cm)*	EAUX SOUTERRAINES (pH)
Marais saumâtre	5	0,4 (3,1)	2	7,2 (0,8)
Marais d'eau douce	5	2,3 (4,6)	5	6,9 (0,9)
Marécage de bosquet	3	1,7 (12,6)	35	6,9 (0,6)
Fen à graminées	38	0,9 (5,9)	70	6,4 (0,6)
Fen arbustif inférieur	4	15,2 (19,2)	45	6,9 (0,5)
Fen boisé	9	9,3 (5,7)	75	6,7 (0,7)
Bog arbustif inférieur	6	17,0 (8,5)	140	4,4 (0,2)

* mesure approximative

Les fens arbustifs inférieurs et les fens boisés de la partie ontarienne du Haut-subarctique sont des types physionomiques caractéristiques de la phase à lanières des fens côtelés. La végétation la plus fréquente dans les fens arbustifs inférieurs de cette région comprend des arbustes comme *Salix pedicellaris*, *S. arctophila* et *Betula glandulosa*, ainsi que *Scorpidium scorpioides* et *Aulacomnium palustre*. Les fens boisés se caractérisent par la présence de mélèze laricin (*Larix laricina*), de *Carex aquatilis*, de *Tomenthypnum nitens* et de *Sphagnum nemoreum* (Sims *et al.*, 1987). L'épaisseur de la tourbe, dans ces fens, varie en moyenne de 45 à 65 cm (tableau 3.2.3).

Bogs de plateau tourbeux

Les bogs de plateau tourbeux sont des terres humides ombrotrophes. Selon Zoltai *et al.* (1988a), ce sont des tourbières pergélisolées qui dominent d'environ 1 m la nappe phréatique des terres humides qui y sont associées. Ces dernières consistent habituellement en fens horizontaux ou côtelés exempts de pergélisol. Les bogs de plateau tourbeux sont plats et leur surface ne présente que de faibles irrégularités. Ils sont recouverts d'une végétation typique des bogs, comprenant des épinettes noires (*Picea mariana*) rabougries clairsemées et un tapis abondant de mousses (*Sphagnum* spp.) et de lichens.

Les bogs de plateau tourbeux recouvrent de grandes surfaces; en fait, ils peuvent s'étendre chacun sur plusieurs kilomètres carrés (Zoltai *et al.*, 1988a). On en trouve surtout dans le Haut-subarctique et dans les parties les plus septentrionales du Bas-subarctique. Ils se font plus rares vers le sud et sont virtuellement inexistants au sud de la rivière Attaouapiskat, où ils cèdent la place aux bogs plats décrits à la section 3.2.2.

La profondeur de la tourbe varie généralement entre 2 et 4 m. La surface de ces bogs tend à se dessécher au cours de la période estivale, car le mollisol fond et il est entraîné par l'eau dans le fen environnant. À la fin de l'été, les bogs de plateau peuvent être dépourvus de nappe phréatique libre, de sorte qu'ils deviennent très vulnérables aux incendies. La tourbe superficielle de ces bogs se compose la plupart du temps de sphaignes dont la décomposition varie de faible nulle. La tourbe de sphaignes repose habituellement sur de la tourbe de laîches modérément décomposée qui s'est accumulée dans les fens avant la formation du bog de plateau. Cette tourbe sous-jacente occupe le noyau gelé et s'étend jusqu'au sol minéral.

Dans la partie ontarienne du Haut-subarctiqe, la végétation typique de ces bogs comprend l'épinette noire, le lédon du Groënland (*Ledum groenlandicum*), le kalmia à feuilles d'andromède (*Kalmia polifolia*), *Sphagnum fuscum*, *S. nemoreum*, *Pleurozium schreberi* et des lichens *Cladina* spp. La phase de bog arbustif inférieur possède une végétation similaire (sans épinette noire), à laquelle viennent s'ajouer *Ledum decumbens*, la camarine noire (*Empetrum nigrum*), *Oxycoccus microcarpus* et *S. magellanicum* (Sims *et al.*, 1987). L'épaisseur de la tourbe, qui varie, en moyenne, de 80 à 140 cm (tableau 3.2.3), est la plus épaisse qui soit parmi tous les types décrits par Sims *et al.* (1987) dans cette région.

Bogs à palse

Les bogs à palse sont des tourbières ombrotrophes à noyau de pergélisol formant une butte qui domine de 1 à 7 m les terres humides environnantes, et dont le diamètre est inférieur à 100 m (Zoltai *et al.*, 1988a). Ils se présentent sous forme d'îlots, seuls ou en groupe, dans des fens ou des étangs humides non gelés. La végétation est semblable à celle des bogs de plateau tourbeux. Des lichens dominent la surface, où l'on trouve jusqu'à 20 pour 100 de buissons nains (*Ledum decumbens* et *Rubus chamaemorus*) et un couvert arborescent ouvert de *Picea mariana* rabougri (Zoltai *et al.*, 1988a).

Le mollisol des palses, qui mesure habituellement de 30 à 50 cm d'épaisseur, se compose surtout de tourbe de sphaignes dont la décomposition varie de faible à nulle. Cette tourbe recouvre des tourbes de fen parmi lesquelles on trouve des tourbes de laîches modérément décomposées et de la tourbe de mousses brunes. L'épaisseur de la tourbe dans les bogs à palse du Subarctique est en moyenne de 267 cm et varie de 140 à 442 cm, ainsi que l'ont observé Zoltai et Tarnocai (1975).

La dégradation du noyau de pergélisol se produit lorsque celui-ci devient exposé suite au craquèlement de la surface ou à la fonte, qui progresse de la périphérie vers l'intérieur (Zoltai *et al.*, 1988a).

Les palses sur bassin rocheux peu profond du Haut-subarctique québécois ne sont pas boisées.

On y trouve des lichens (*Cladonia* spp. et *Cetraria nivalis*), des mousses (*Polytrichum juniperinum*) et des bouleaux glanduleux (*Betula glandulosa*). La tourbe des étendues de fens pauvres qui séparent les palses peut atteindre 200 cm d'épaisseur et se caractérise par la présence de sphaignes (*Sphagnum riparium*), de laîches (*Carex paupercula*), de graminées (*Calamagrostis canadensis*) et d'herbacées (*Epilobium palustre*) (Zarnovican et Bélair, 1979).

3.2.1.4 TOPOSÉQUENCE DU HAUT-SUBARCTIQUE

La figure 3.2.1 illustre les rapports entre les sols, les formes de terrain et les types de terres humides de la région du Haut-subarctique. Elle a été tracée d'après un modèle schématique représentant le littoral sud de la baie d'Hudson à proximité de Peawanuck, en Ontario (auparavant Winisk). Les séquences de terres humides s'étendent d'une zone étroite de marais salés sur la côte, en passant par des marais d'eau douce où la tourbe commence à s'accumuler, jusqu'aux fens et aux bogs. Les spécimens les plus représentatifs de fen horizontal se trouvent habituellement près de la côte, mais ils ne sont pas aussi étendus que ceux du littoral de la baie James, dans la région du Bas-subarctique. De petites palses «naissantes», ou palses de «mousses brunes» (Jeglum et Cowell, 1982), se forment au sein des fens les plus proches de la côte, là où le mouvement de l'eau est le plus réduit. Dans ces petites palses, le pergélisol ne s'étend généralement pas au sol minéral sous-jacent. Plus loin dans les terres se trouvent les vrais bogs à palse et bogs de plateau, où le pergélisol s'étend jusque dans le sol minéral sous-jacent. On peut aussi trouver du pergélisol dans les sols minéraux des crêtes de plage en cours de paludification où la quantité de tourbe est suffisante pour isoler le sol podzolique sous-jacent (Cowell *et al.*, 1982). Les fens de cette région, qui servent de chenaux de drainage entre les formes de terrain pergélisolées et les crêtes de plage, peuvent être des fens côtelés du Nord ou des fens de chenal (décrits à la section 3.2.2).

L'image de la région de Churchill, au Manitoba (image 3.2.1), enregistrée par satellite, révèle, dans cette partie du Haut-subarctique, la transition relativement rapide entre les écosystèmes côtiers de terres humides et les complexes de bogs de plateau pleinement développés. Les zones à texture uniforme de ton moyen, sur les berges du fleuve Churchill, représentent de vastes marais d'eau douce se transformant progressivement, vers l'intérieur des terres, en fens horizontaux. La zone de ton plus clair comportant une concentration dense de lacs représente de vastes étendues de bogs à palse et de bogs de plateau. Les tons clairs indiquent une croissance abondante de lichens sur les surfaces sèches de ces tourbières pergélisolées. On aperçoit distinctement de longues crêtes de plage parallèles à droite de l'image. Elles s'étendent vers l'intérieur des terres, et un important complexe soulevé traverse l'image dans l'angle inférieur gauche. Les grands lacs, à droite du centre de l'image, sont alignés selon un motif linéaire. Ils occupent les dépressions entre les crêtes, qui ont déterminé leur création en nuisant au drainage de la surface.

3.2.2 RÉGION DES TERRES HUMIDES DU BAS-SUBARCTIQUE

3.2.2.1 MILIEU

Physiographie

La région des terres humides du Bas-subarctique trace sur la carte un grand croissant qui, partant de l'extrémité nord-ouest du Manitoba, traverse les basses-terres de la baie d'Hudson et s'étend jusqu'au Québec, au sud-est de la baie d'Hudson (carte 3.1.1). Elle englobe tout un éventail de types de terrains comprenant quatre divisions physiographiques : le bas-plateau de Kazan, les basses-terres de la baie d'Hudson, le plateau de Larch et le plateau des Lacs (carte 2.5.2).

La portion nord-ouest du bas-plateau de Kazan, dans le nord du Manitoba, et les plateaux de Larch et des Lacs, au Québec, consistent en une vaste étendue de terrain typique du Bouclier (Bostock, 1979). Celle-ci se caractérise par la présence de collines de roche de fond valonnées, parsemées de nombreux lacs et de terres humides à bassin confiné. Le relief local ne dépasse généralement pas 75 à 100 m. L'altitude peut atteindre un maximum d'environ 400 m au Manitoba et 1 000 m dans la partie la plus orientale de la région du Bas-subarctique, au Québec. Le drainage des plateaux se fait graduellement vers la baie d'Hudson et la baie James. La roche de fond se compose principalement de roches granitiques cristallines, de sorte que les roches et les minéraux de type acide prédominent dans les strates géologiques de ces

FIGURE 3.2.1

Toposéquence de la région des terres humides du Haut-subarctique. Coupe verticale schématique représentant la partie des basses-terres de la baie d'Hudson située à proximité de Peawanuck (auparavant Winisk), en Ontario (d'après Wickware *et al.*, 1980, avec modifications).

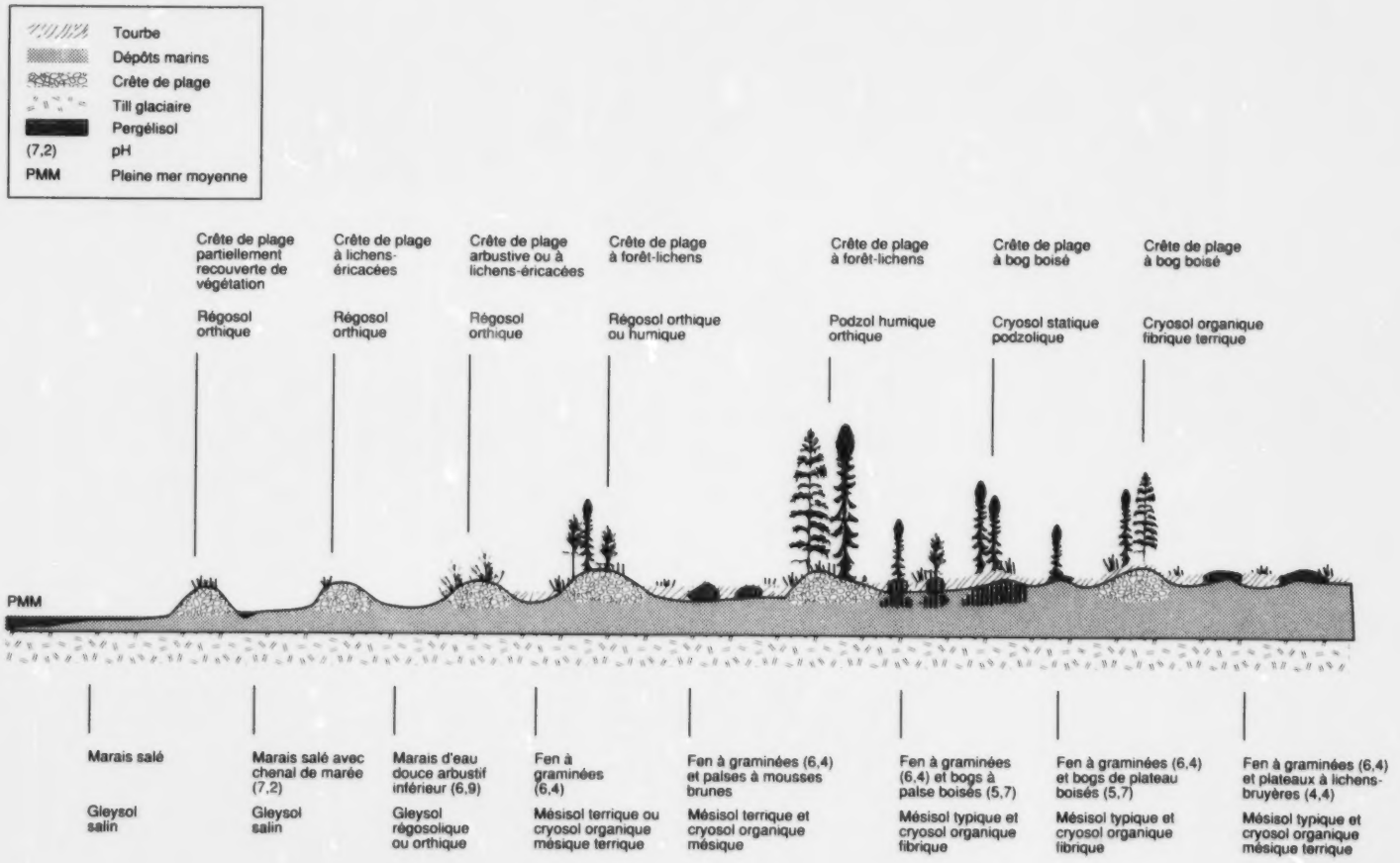


IMAGE 3.2.1

Image multispectrale Landsat (bandes 4, 5 et 7) du Haut-subarctique, à Churchill (Manitoba). La ville se trouve immédiatement à l'est du fleuve Churchill (au centre de l'image), à son embouchure sur la baie d'Hudson. L'image a été enregistrée le 14 octobre 1975, à l'échelle de 1/1 000 000.

régions. Les dépôts superficiels consistent essentiellement en sables grossiers faibles en bases, dérivés de minces dépôts de moraine de fond.

Dans le sud et le sud-est du bas-plateau de Kazan, les dépôts superficiels consistent surtout en sédiments glaciolacustres à grain fin du lac glaciaire Agassiz. Par conséquent, cette partie de la région du Bas-subarctique se caractérise par la présence de terres humides étendues à continues. Les sédiments sont riches en bases et peuvent fournir des éléments nutritifs aux dépôts des terres humides qui leur sont associées lorsque les facteurs hydrologiques et topographiques locaux le permettent.

La région physiographique des basses-terres de la baie d'Hudson comprend presque la moitié de la région du Bas-subarctique de la zone d'étude. La dénivellation de la surface des basses-terres est inférieure à 1,0 m/km sur une grande superficie, d'où une élévation régionale des nappes phréatiques et la présence de conditions idéales pour la constitution de tourbières non confinées.

Les matériaux de la roche de fond et des dépôts superficiels de cette région sont riches en bases. La roche de fond, qui se compose principalement de calcaire et de dolomie paléozoïques (plus de 55 pour 100 de l'épaisseur totale des strates sédimentaires), affleure parfois le long de plusieurs cours d'eau importants des basses-terres. Les dépôts glaciaires sont surtout formés de tills riches en carbonates, dérivés de la roche de fond. Des sédiments marins à grain fin se sont déposés sur l'ensemble des basses-terres au cours de la glaciation et après celle-ci. L'abondance de matériaux riches en bases dans tous les sédiments des basses-terres autorise la constitution de terres humides de type minérotrophe, ce qui contribue à leur grande diversité dans cette région.

Climat

Les statistiques climatologiques figurent sur le tableau 3.2.4. La région des terres humides du Bas-subarctique possède une température moyenne annuelle supérieure à celle de la région du Haut-subarctique. Les hivers sont encore très froids (moyenne de -24,3 °C en janvier), mais les températures estivales sont plus chaudes. En juillet, les températures moyennes du Bas et du Haut-subarctique diffèrent de 2,9 °C. En janvier, la partie occidentale de la région (Gillam) accuse des températures moyennes plus froides que les sections centrale (Moosonee, Fort Albany) et orientale (Eastmain). En juillet, la température moyenne varie moins d'une localité à l'autre.

TABLEAU 3.2.4

Statistiques Climatologiques de la Région des Terres Humides du Bas-Subarctique*

ÉLÉMENT CLIMATOLOGIQUE		Moyenne	Amplitude
Insolation effective (heures)**		1 623	-
Précipitation (mm)	- annuelle	552	403 à 728
Hauteur de neige (cm)	- annuelle	214	148 à 258
Température (°C)	- annuelle	-3,2	-1,1 à -5,4
	- janvier	-24,3	-20,4 à -28,0
	- juillet	15,1	13,7 à 16,0
Degrés-jours de croissance (°C)		987	872 à 1 127
Saison de croissance (jours)		115	86 à 136
Jours sans gel		132	113 à 148

* Statistiques compilées pour la période de 1951 à 1980 d'après les observations effectuées dans sept stations de la région du Bas-subarctique de la zone d'étude des terres humides du Nord.

** D'après les observations effectuées dans deux stations.

La région du Bas-subarctique présente une somme moyenne de degrés-jours de croissance notablement supérieure à celle du Haut-subarctique. La situation plus méridionale du Bas-subarctique et son climat plus continental se traduisent par des températures plus élevées en juillet, qui se répercutent sur les degrés-jours de croissance. Le plus grand nombre de degrés-jours de croissance et la plus longue saison sans gel s'observent dans la région méridionale de la baie James.

Les précipitations annuelles sont plus faibles dans l'ouest et plus importantes au Québec. La baie d'Hudson et la baie James représentent vraisemblablement une source importante d'humidité atmosphérique pour la partie orientale de cette région au cours de la saison où elles ne sont pas prises en glace. Les chutes de neige représentent 40 pour 100 de la précipitation annuelle totale.

Végétation, sols, pergélisol et faune

Les forêts productives (c.-à-d. dont les arbres ont plus de 6 m et dont le couvert vertical au sol est supérieur à 25 pour 100) sont confinées dans la partie la plus méridionale de la région des terres humides du Bas-subarctique, particulièrement le long des vallées fluviales. Dans la zone d'étude, certaines des sections forestières délimitées par

Rowe (1972) sont représentées dans la région du Bas-subarctique, à savoir les sections de transition du nord-ouest et du nord-est ainsi que celle des basses-terres de la baie d'Hudson (carte 2.8.1). Des peuplements ouverts d'épinette noire (*Picea mariana*) dominent les terres surélevées. Ils sont accompagnés d'espèces de l'étage dominé, comme le bouleau glanduleux (*Betula glandulosa*), le lédon du Groënland (*Ledum groenlandicum*), des lichens (*Cladonia* spp.) et des mousses (Groupe de travail sur les écorégions, 1988). Les arbres sont plus gros et moins clairsemés que dans la région du Haut-subarctique. Dans la partie la plus méridionale du Bas-subarctique, à l'ouest de la baie James, des levées alluviales et des crêtes de plage soulevées sont couvertes de peuplements fermés de peuplier baumier (*Populus balsamifera*), d'épinette blanche (*Picea glauca*) et d'épinette noire. Ces forêts se rapprochent, en qualité et en composition, des forêts des terres surélevées du Boréal.

En ce qui a trait aux sols, les brunisols dystriques ou eutriques prédominent sur les terres surélevées, et les mésisols organiques cryosoliques ou les mésisols terriques et typiques en milieu organique. Les podzols humiques orthiques et humo-ferriques sont caractéristiques des crêtes de plage soulevées les plus anciennes (Protz, 1982b; Wickware & Associates Inc., 1990).

Dans la zone d'étude, la région du Bas-subarctique occupe la partie la plus méridionale de la zone de pergélisol discontinu du Canada. Au Manitoba, elle coïncide surtout avec la zone de pergélisol étendu, alors qu'en Ontario et au Québec, elle recouvre principalement la zone de pergélisol sporadique (carte 2.6.3). Le pergélisol est essentiellement cantonné dans les tourbières, où on le trouve sous des bogs de plateau tourbeux et des bogs à palse (Groupe de travail national sur les terres humides, 1986). Les terres surélevées, les marécages, les marais et les tourbières fenniques ne sont généralement pas touchés par le pergélisol.

Parmi les espèces animales caractéristiques du Bas-subarctique, on trouve le caribou (quartiers d'hiver), l'orignal, l'ours noir, le renard roux, le renard arctique, le lièvre d'Amérique, le tétras du Canada, le balbuzard, le grand corbeau, le cygne siffleur, l'oie des neiges et la bernache du Canada (Groupe de travail sur les écorégions, 1989). Les deux dernières espèces, de même que de nombreux canards et oiseaux aquatiques, se reproduisent en grand nombre dans les basses-terres de la baie d'Hudson, qui leur servent d'habitat pour la nidification, le repos et l'alimentation au cours des migrations de printemps et d'automne (Martini *et al.*, 1980).

3.2.2.2 CARACTÉRISTIQUES DES TERRES HUMIDES

Le tableau 3.2.5 résume les conditions moyennes ou dominantes qui, au sein de la zone d'étude, règnent dans les terres humides de la région du Bas-subarctique. Les caractéristiques de ces terres humides sont indiquées selon le cadre physiographique et la province.

Les deux principales divisions physiographiques sont le Bouclier canadien et les basses-terres de la baie d'Hudson. On a encore subdivisé la portion manitobaine du Bouclier canadien afin de distinguer la grande plaine glaciolacustre du lac glaciaire Agassiz, qui est une région importante de terres humides.

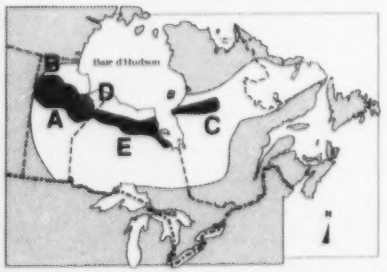
Tout comme pour le Haut-subarctique, c'est dans les basses-terres de la baie d'Hudson que la formation de terres humides atteint son plus grand développement. Cet état de choses est illustré par la diversité des types de terres humides, la vaste superficie qu'elles recouvrent et l'accumulation de tourbe (tableau 3.2.5). Dans le Bas-arctique des basses-terres, les bogs de plateau, les fens horizontaux (fen à graminées, fen arbustif inférieur et fen boisé), les bogs horizontaux (bog arbustif inférieur et bog boisé), les marécages et les marais côtiers (Riley, 1982) dominent. Du sud au nord, l'étendue relative de ces types de terres humides se modifie, de sorte que les bogs de plateau augmentent leur prédominance (de 15 à plus de 50 pour 100) aux dépens des fens et des autres bogs (Riley, 1982). Un vaste bog de plateau de thermokarst, qui se transforme graduellement vers l'est en bogs de plateau distincts entremêlés de fens (fen horizontal et fen côtelé), domine la région qui sépare les rivières Winisk et Severn. Les réseaux côtiers et estuariens de la baie James occupent une zone étroite proportionnellement plus petite que dans d'autres parties des basses-terres (Riley, 1982). Un régime climatique plus sec, joint à des terres humides du type bog et bog de plateau détermine, dans la partie occidentale du Bas-subarctique des basses-terres de la baie d'Hudson, la présence de vastes superficies d'éléments de paysage façonnés par les incendies (Riley, 1982).

TABLEAU 3.2.5

Caractéristiques des terres humides de la région du Bas-subarctique

	BOUCLIER CANADIEN			BASSES-TERRES DE LA BAIE D'HUDSON	
	Glaciolacustre	Moraine de fond ou roche de fond			
	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
TYPES DE TERRES HUMIDES	Bog en plaqué	Plateau tourbeux, bog à palse	Bog en plaqué, bog à palse	Bog de plateau tourbeux, bog à palse, fen de chenal, fen horizontal	Plateau tourbeux, bog à palse, bog plat, fen côtelé du Nord, marécage boisé de conifères, marais d'eau douce, marais salé
RÉPARTITION DES TERRES HUMIDES (%)	de 26 à 75	de 6 à 25	de 6 à 25	85	85
MORPHOLOGIE/PENTE	bossué/faiblement incliné à horizontal	bossué/horizontal	bossué/faiblement incliné à horizontal	bossué/horizontal	bossué/horizontal
ÉPAISSEUR DE LA TOURBE (cm)	de 40 à 150	de 200 à 300 (x)	de 40 à 150	de 40 à 150	de 50 à 300 (intérieures) de 0 à 200 (côtières)
DÉCOMPOSITION	fibrique et mésique	fibrique	mésique	mésique	de 40 à 75 % mésique; le reste fibrique
SOLS DES TERRES HUMIDES	Cryosol organique mésique Fibrisol mésique terrique	Cryosol organique fibrique	Cryosol organique mésique Mésisol terrique	Cryosol organique mésique Mésisol cumulique	Gleysol régosolique à phase tourbeuse Gleysol orthique Mésisol fibrique terrique Mésisol typique Cryosol organique mésique
PÉDOCLIMAT (Temp./humidité)	Subarctique/subaquique	Subarctique/humide	Cryoboreal froid à subarctique très froid/perhumide	Subarctique/peraquique	Subarctique a cryoboréal froid/peraquique
TEMPÉRATURE MOYENNE ANNUELLE DU SOL (°C)	-	-	0,7		-
ÉPAISSEUR DU MOLLISOL (cm)	de 40 à 60	de 40 à 80	de 50 à 80	de 40 à 60	de 40 à 70
SUPERFICIE RECOUVERTE PAR LES EAUX (%)	de 25 à 30	25	de 10 à 20	10	9

SOURCES :
Brown, 1968; Cowell *et al.*, 1982 et 1983; Cox, 1978; Groupe de travail sur les écorégions, 1989; Gilbert *et al.*,1985; Manitoba-Canada Soil Survey, 1986; Mills *et al.*, 1976a et 1976b; Groupe de travail national sur les terres humides, 1986; Tarnocai, 1984; Young et Judge, 1985; Zarnovican et Bélair, 1979.



La faible dénivellation de cette région, qui n'est que de 0,65 à 1,0 m/km (Riley, 1982), a engendré une plaine presque horizontale de terres humides à surface généralement plate. L'étalement latéral de la masse de tourbe non confinée peut empêcher tout bombement notable des bogs à l'exception de celui qui résulte des effets localisés du pergélisol. L'épaisseur de la tourbe dans les basses-terres est donc inférieure à celle qu'on observe, sous des régimes climatiques semblables, dans les terres humides confinées. On sait que l'épaisseur de tourbe est d'au moins 3 m (tableau 3.2.5) et peut atteindre plus de 4 m dans les régions les plus méridionales et les plus anciennes (Tarnocai, 1984).

Les tourbes sont surtout mésiques (de 3 à 6 sur l'échelle von Post), bien que, dans l'ensemble des basses-terres, la couche supérieure soit souvent formée de tourbes fibriques. Les sols forment un mélange de gleysols orthiques et humiques dans les marais et les marécages. On trouve des mésisols terriques dans les fens côtiers et des mésisols typiques là ou l'épaisseur de la tourbe atteint 140 cm.

L'épaisseur de la tourbe augmente de façon continue depuis la côte vers l'intérieur des terres, et les taux d'accumulation sont relativement plus élevés vers le sud (Wickware *et al.*, 1980). La figure 3.2.2 illustre, d'après des mesures prises dans les fens, la relation entre l'épaisseur de la tourbe et l'éloignement de la côte dans deux régions des basses-terres. En raison du relèvement isostatique, l'augmentation de la distance vers l'intérieur des terres représente un accroissement du gradient temporel (depuis l'émersion). Le taux d'accumulation est plus de deux fois plus rapide dans la région méridionale de la baie James (Bas-subarctique) que dans la zone qui longe le littoral sud de la baie d'Hudson (Haut-subarctique).

De minces bogs en plaqué organiques (de moins de 1 m) faiblement inclinés dominent dans les plaines lacustres du bas-plateau de Kazan, au Manitoba (Mills *et al.*, 1976b). Les tourbes mésiques et fibriques sont toutes deux fréquentes dans cette région, où les tourbes fibriques de la portion supérieure des bogs en plaqué recouvrent des tourbes de fen mésiques (région A, tableau 3.2.5). Cette zone de terres humides est limitrophe des basses-terres de la baie d'Hudson, ce qui permet l'extension de tourbières non confinées hors de la région des basses-terres. Dans l'ensemble, les terres humides occupent entre 26 et 75 pour 100 de la zone des sédiments lacustres dans le Bas-subarctique. L'épaisseur des tourbes est comparable à celle qu'on retrouve dans la partie manitobaine des basses-terres, mais inférieure à celle des portions centrale et méridionale de l'Ontario. Les parties manitobaine et québécoise du Bouclier canadien ne présentent qu'un développement réduit de terres humides. On a indiqué que l'étendue de la portion québécoise est de 6 à 25 pour 100; en fait, elle ne dépasse probablement pas 10 pour 100 au total (Gilbert *et al.*, 1985). La plus grande superficie de terres humides se trouve près de la baie James, au nord de la Grande-Rivière. Les bogs en plaqué sont typiques, et leurs sols comprennent des cryosols organiques mésiques et des mésisols terriques (Zarnovican et Bélair, 1979).

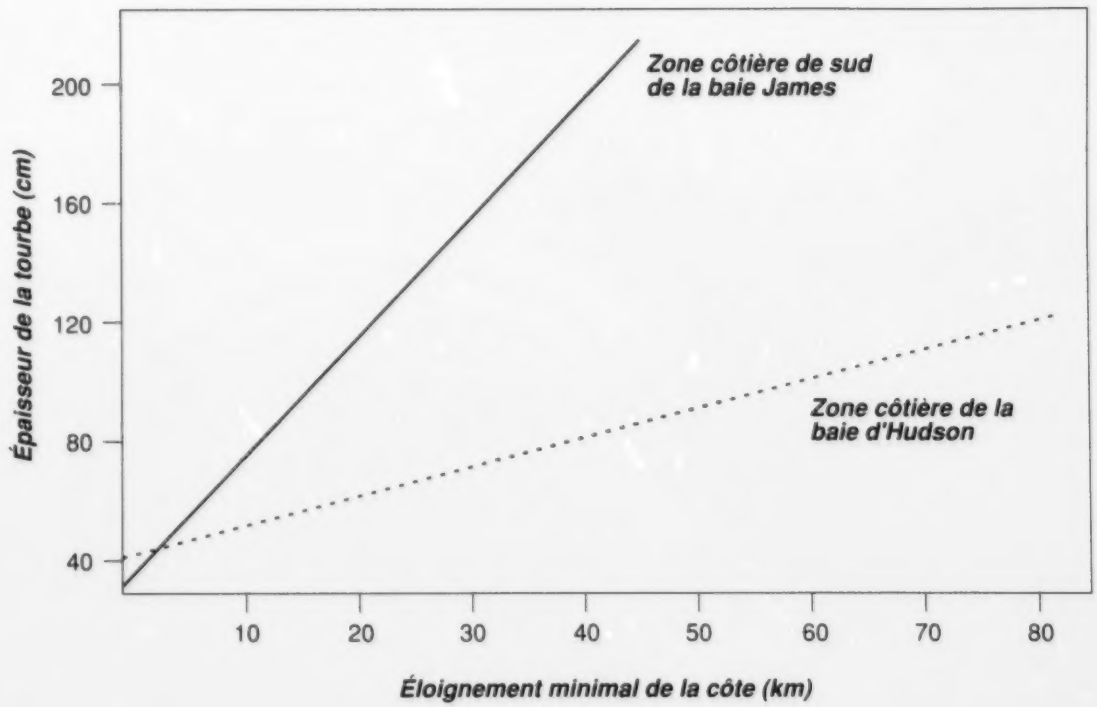
L'épaisseur du mollisol observée dans les tourbières pergélisolées de la région du Bas-subarctique varie généralement entre 40 et 60 cm (Groupe de travail national sur les terres humides, 1986; Mills *et al.*, 1976a). Brown (1968) a observé que le mollisol des tourbières du Bouclier était plus épais, en moyenne, que celui qu'on trouve dans les basses-terres de la baie d'Hudson. Toutefois, certaines de ses stations peuvent s'être trouvées dans la région des terres humides du Haut-boréal. Cowell *et al.* (1982) ont signalé un mollisol de 70 cm d'épaisseur dans les basses-terres centrales, au sud-ouest de Peawanuck (Ontario).

La superficie recouverte par les eaux tend à être plus importante dans le Bouclier canadien que dans les basses-terres de la baie d'Hudson, mais les estimations du tableau 3.2.5 ont été compilées selon des méthodologies différentes. Pour les basses-terres, on a effectué avec soin un compte des lacs de plus de 10 ha et une mesure de leur superficie à l'aide de cartes au 1/250 000 (Cox, 1978). Les estimations données pour les autres régions figurant sur le tableau 3.2.5 ont été dérivées, pour la plupart, de l'interprétation visuelle de diverses sources cartographiques.

Railton et Sparling (1973) ont étudié l'écologie des bogs à palse du Bas-subarctique dans les basses-terres de la baie d'Hudson, en Ontario. Ils ont décrit la végétation et la morphologie des palses et fourni des données sur l'échange d'énergie en juillet pour les palses pleinement développées, partiellement érodées et affaissées. D'après la morphologie et la datation au radiocarbone de la tourbe, Railton et Sparling (1973) ont conclu que les

FIGURE 3.2.2

Relation entre l'éloignement de la côte et l'épaisseur de la tourbe mesurée dans des fens des basses-terres de la baie d'Hudson. Données correspondant à la région située au sud de la rivière Albany, dans le sud-ouest de la région de la baie James (région des terres humides du Bas-subarctique) et à proximité de la rivière Winisk (région des terres humides du Haut-subarctique) (d'après Wickware & Associates Inc., 1990, avec modifications).



plus grandes palses sont d'un âge récent (environ 200 ans). Sims et Stewart (1981) ont présenté les résultats de calculs détaillés de la biomasse soulignant le contraste entre un état perturbé et non perturbé (c.-à-d. avec et sans coupe) d'un bog de plateau tourbeux à la limite méridionale de la région des terres humides du Bas-subarctique, au Manitoba.

3.2.2.3 TYPES DE TERRES HUMIDES

Les type de terres humides caractéristiques sont le bog de plateau tourbeux, le bog à palse, le bog à plaque, le fen horizontal et le fen côtelé. Les marais et les marécages sont communs aux basses-terres de la baie d'Hudson et se composant tous les deux des marais salés et des marais de prairies d'eau douce qui sont parallèles aux cotés occidentales et méridionales de la baie James. Les sols de tourbières qui consistent du bog à plaque sont communs aux plaines lacustraines du Manitoba et au bouclier du Québec. Les données sur la chimie d'eau, la profondeur de la nappe phréatique et l'épaisseur de la tourbe pour les fens horizontaux, les bogs horizontaux et les marécages conifères dans la portion des basses-terres de la baie d'Hudson de l'Ontario dan la zone d'étude sont décrits au Tableau 3.2.6.

Marécages

À l'intérieur des terres humides du haute et du bas sub-arctique, les marécages se développent sur les bords des cours d'eau et dans intérieur pres des levées des rivières.

Les marécages sont dominés par la croissance dense des d'arbres, principalement des épinettes noises (*Picea mariana*), ou des arbustes copieux tels que des saules (*Salix spp*) et des aulnes (*Alnus spp*) sans croissance d'arbres. Des marécages d'arbustes sont sujets à se former au bord des cours d'eau ou les marécages d'arbres se trouvent le plus fréquemment, au bord fil extérieur des levées des cours d'eau et au bord des plus grands cours d'eau. (Wickware & Associates Inc. 1990)

TABLEAU 3.2.6

Moyenne (écart type) de la chimie des eaux souterraines, de l'épaisseur de la tourbe et de la profondeur de la nappe phréatique des marécages boisés de conifères, des fens et des bogs dans la portion du Bas-subarctique des basses-terres de la baie d'Hudson, en Ontario (au sud de la rivière Albany). Les fens à graminées, les fens arbustifs inférieurs et les fens boisés sont des fens horizontaux, alors que les bogs boisés sont principalement des bogs plats.

PARAMÈTRES	MARÉCAGE BOISÉ DE CONIFÈRES	BOG BOISÉ	FEN BOISÉ	FEN À GRAMINÉES	FEN ARBUSTIF INFÉRIEUR
Nombre de spécimens	14	10	19	12	16
Éloignement de la côte (km)	24(15)	26(9)	27(11)	19,8(19)	9,3(16)
Épaisseur de la tourbe (cm)	79(26)	120(61)	126(45)	103,4(56)	98,8(36)
pH des eaux souterraines	6,0(1,6)	4,2(1,0)	5,7(0,7)	2,9(0,7)	10,3(0.8)
Conductivité (μmhos)*	126(103)	50(19)	67(48)	140(24)	200(183)
Principaux ions et éléments nutritifs :					
Ca^{++} (mg/L)	21,7(14,3)	4,9(5,7)	10,4(10,9)	21,9(12,1)	16,6(12,5)
Mg^{++} (mg/L)	5,2(4,4)	0,8(0,8)	1,8(1,8)	4,1(2,1)	5,4(5,3)
Na^{+} (mg/L)	10,2(10,3)	1,8(1,4)	4,5(3,8)	8,7(8,6)	20,3(15,9)
K^{+} (mg/L)	1,6(0,9)	1,3(0,5)	1,8(16)	1,1(0,4)	2,6(1,2)
SO^{4-} (mg/L)	3,2(1,9)	6,7(3,9)	2,8(1,7)	2,0(1,5)	1,6(1,2)
Cl^{-} (mg/L)	18,4(18.8)	5,1(1,9)	8,1(6,3)	12,6(10,2)	33,2(26,2)
Fe^{++} (mg/L)	11,3(18,6)	2,0(3,0)	14,9(34,3)	18,0(13,6)	22,9(25,3)
Mn^{+} (mg/L)	0,7(0,9)	0,2(0,2)	0,3(0,2)	0,9(1,2)	0,3(0,2)
Total N Kjeldahl (mg/L)	1,2(0,6)	1,2(0,4)	1,2(0,6)	1,1(0,7)	1,7(0,9)
Total P (mg/L)	0,4(0,3)	0,4(0,2)	0,3(0,2)	0,2(0,1)	0,4(0,2)
Si soluble (mg/L)	2,7(2,0)	1,5(0,6)	1,3(1,4)	3,5(3,0)	3,6(3,8)

SOURCES: Sims *et al.* 1982a et 1982b

* À 25 °C, avec correction pour H^{+}.

Les marécages ont les caractéristiques suivantes. Il y a une grand rangée de la profondeur de la nappe phréatique, de l'épaisseur de la tourbe et de l'état des aliments nourrissants. En général, les marécages qui crée le fil des petits cours d'eau ont des sols minéraux gleysoliques sans accumulation de tourbe. Ces régions sont inondées au début du printemps à cause de la neige fondante mais les niveaux de l'eau déclinent pendant le reste de l'année. La nappe phréatique de ces marécages peut être jusqu'à 60cm ou plus au-dessous la surface. L'état des aliments nourrissants est haut a cause de la présence des terrains alluviaux qui sont riches en carbonate et qui sont balayés de temps en temps par un cours d'eau.

Les marécages qui sont dominés par la croissance abondant d'arbres, ont des accumulations de tourbe qui ont une moyenne de 79cm (Tableau 3.2.6) mais ils sont très variables (entre 24 et 123cm dans le sud-est des basses-terres). La nappe phréatique arrive dans le matériel organique presque 24cm au-dessous la surface en moyenne. L'état des aliments nourrissants dan ces marécages est en général plus bas que ceux dominés par les arbustes. Cette situation reflété l'abondance du matériel organique qui isole la végétation vivant dan la sous-couche qui est riche en alluvion. Cependant, ils sont parmis de types des sols de tourbière les plus riches parce que, de temps en temps, l'inondation sert de source d'aliments nourrissants.

Les fens horizontaux

Ces configurations minérotrophes de terres humides sont sans forme avec des surfaces plates sans eau découvert. Ils sont dominées par des arbustes inférieurs, des graminées ou des mélèzes laricins (larix laricina) et leur état d'aliments nourrissants se rance de pauvre a riche. Ca depend de leur concentration de calcium et pH (voir section 3.3.1). C'est dans les basses-terres de la baie d'Hudson qu'on trouve les spécimens les plus représentatifs, en raison de la présence de vastes étendues de terrain sans relief jointes à de grandes zones d'infiltration des eaux souterraines. Les mieux développés se trouvent en retrait des marais d'eau douce de la baie James, vers l'intérieur, et près de l'estuaire des principaux cours d'eau.

Les fens arbustifs inférieurs possèdent une couverture végétale d'au moins 25 pour 100 d'arbustes de petite taille parmi lesquels on trouve surtout des essences de saules et des bouleaux glanduleux (*Salix pedicellaris, S. candida* et *Betula glandulosa*). Les fens à graminées sont dominés par les graminées, les laîches et les mousses autres que les sphaignes. La végétation caractéristique comprend le scirpe hudsonien (*Scirpus hudsonianus*), les laîches (*Carex limosa, C. exilis*), la prêle fluviatile (*Equisetum fluviatile*) et la mousse brune (*Scorpidium scorpioides*). Les fens à mélèzes laricins («fens boisés») se distinguent par la présence d'une strate arborescente où domine, sans exception, le mélèze laricin (*Larix laricina*). Parmi les autres essences dominantes des fens boisés de mélèzes laricins, on trouve le bouleau glanduleux, le cassandre caliculé (*Chamaedaphne calyculata*), des laîches (*Carex chordorrhiza*), des prêles et des sphaignes (*Sphagnum warnstorfii*) (Sims *et al.*, 1982b).

Les fens à graminées sont généralement les plus riches des fens de type horizontal et se classent en position intermédiaire pour ce qui est de l'épaisseur de la tourbe. Leur pH varie de 4,4 à 7,3 (moyenne de 6,6 pour 12 stations) et l'épaisseur de la tourbe de 32 à 216 cm (moyenne de 103,4 cm). La plus faible épaisseur de tourbe se retrouve dans les fens arbustifs inférieurs, qui possèdent un pH moyen des eaux souterraines de 6,0. Les fens à mélèzes laricins possèdent la tourbe la plus épaisse et la chimie des eaux souterraines la plus pauvre (tableau 3.2.6). La profondeur moyenne de la nappe phréatique dans les fens varie de 2,9 à 16 cm; elle atteint son maximum dans les fens boisés et son minimum dans les fens à graminées (tableau 3.2.6). La nappe phréatique ne dépasse généralement pas la surface de ces fens, sauf pendant la fonte printanière.

Les mésisols terriques et typiques forment les types de sol dominants dans ces fens horizontaux, bien qu'on retrouve des fibrisols terriques dans les fens à graminées et les fens riches en arbustes les moins profonds. La tourbe consiste principalement en laîches faiblement décomposées qui, dans les fens boisés de mélèzes laricins, font progressivment place vers le haut à des tourbes de sphaignes non décomposées.

Fens de chenal

Les fens de chenal sont des terres humides minérotrophes qui servent de chenal de drainage aux eaux souterraines provenant de bogs plats, de bogs à palse ou de bogs de plateau tourbeux. Dans les zones de haute terre, ils sont confinés dans des

chenaux étroits à faible déclivité, délimités par des affleurements rocheux ou des formes de terrain superficielles. La zone d'infiltration des eaux souterraines tend à être très restreinte (c.-à-d. plus étroite) en comparaison de celle des fens horizontaux ou côtelés. Les fens de chenal ne sont pas gelés et sont habituellement plats et sans relief. Ils peuvent comporter des mares étroites, ou flarks, orientées parallèlement à l'écoulement des eaux souterraines. On les trouve dans un vaste éventail de régions de terres humides, y compris le Haut et le Bas-subarctique, ainsi que le Haut-boréal.

Zoltai *et al.* (1988a) ont observé que la végétation des fens de chenal est caractéristique des emplacements riches en éléments nutritifs, en raison de l'influence des eaux minérotrophes des sols minéraux environnants ou sous-jacents. Dans les portions les plus sèches des fens de chenal du Bas-subarctique, on observe fréquemment la présence d'essences d'arbres telles que *Larix laricina* et le thuya (*Thuja occidentalis*) ainsi que d'arbustes comme le bouleau glanduleux (*Betula glandulosa*). Des laîches, des graminées et des mousses abondantes occupent les emplacements les plus humides. Les fens de chenal de la région du Haut-subarctique sont dépourvus d'arbres et d'arbustes.

Ces fens ont principalement pour sols des mésisols fibriques où une tourbe superficielle fibrique repose sur de la tourbe modérément à bien décomposée (Zoltai *et al.*, 1988a). L'épaisseur varie d'environ 40 cm à plus de 3 m en moyenne.

Zoltai *et al.* (1988a) ont décrit un fen de chenal qui se trouve dans la portion manitobaine des basses-terres de la baie d'Hudson (56° 39' N., 93° 03' O.). L'épaisseur de tourbe était de 185 cm et la profondeur de la nappe phréatique variait du niveau de la surface à 15 cm en dessous. Les 45 cm supérieurs consistaient en tourbe de sphaignes faiblement décomposée qui se fondait progressivement dans de la tourbe de sphaignes et de laîches mélangées formée dans des conditions boisées. Une tourbe de fen modérément décomposée et des brindilles formaient la couche de tourbe la plus épaisse, et une mince strate de tourbe bien décomposée recouvrait directement le sol minéral.

Bogs plats

Les bogs plats sont des terres humides ombrotrophes possédant une surface bossuée, très inégale, due à l'abondance de sphaignes, qui y forment des buttes. Ils peuvent être ouverts, dominés par des arbustes inférieurs, ou boisés. Des mares sont présentes dans les bogs hauts à centre convexe et généralement absentes dans les bogs bas dont la surface est proche du niveau du fen environnant. Le pergélisol est absent de ces tourbières, bien que l'isolation fournie par les arbres et l'épaisseur de sphaignes puisse retarder la fonte du gel saisonnier plusieurs semaines après celle des fens environnants (Cowell *et al.*, 1978). On retrouve les bogs plats dans la portion la plus méridionale du Bas-subarctique ainsi que dans le Haut-boréal et le Boréal moyen.

Les sphaignes, particulièrement *Sphagnum fuscum* et *S. rubellum*, ainsi que des arbustes comme le lédon du Groënland (*Ledum groenlandicum*) et *Chamaedaphne calyculata* ou *Kalmia polifolia* y dominent. L'épinette noire (*Picea mariana*) forme la couche arborescente dans les bogs surélevés boisés ainsi que dans les palses boisées et les plateaux tourbeux.

Dans les bogs plats de la partie méridionale du Bas-subarctique décrits par Sims *et al.* (1982a), la valeur moyenne du pH moyen des eaux souterraines est de 4,2 (tableau 3.2.6). La tourbe de sphaignes non décomposée domine dans la tourbe des bogs. La tourbe de laîches faiblement décomposée est le deuxième type de tourbe le plus courant, mais, contrairement à ce qui se produit pour les fens, on peut aussi y trouver un fort pourcentage de tourbe de forêt (c.-à-d. qui contient des fragments de bois abondants et un mélange de tourbe de laîches et de tourbe de mousses autre que les sphaignes). Dans certains profils, la couche la plus basse est formée de tourbe de forêt. Cette tourbe dénote la présence d'un constituant arbustif ou arborescent dans la communauté vivante à l'époque où elle s'est accumulée. L'épaisseur de tourbe est variable, atteignant à peine 52 cm aux endroits les plus rapprochés de la côte de la baie James et dépassant 200 cm à 40 km de cette côte. La profondeur atteinte par la nappe phréatique, qui varie de 13 à 37 cm, est la plus importante qui soit pour tous les types de terres humides du sud de la baie James, y compris les fens, les marais et les marécages. Des nappes phréatiques relativement profondes sont fréquentes dans les bogs, en raison même de leur

nature bossuée et de l'accumulation relativement rapide de la tourbe de sphaignes.

Bogs en plaqué

Ces bogs sont des terres humides ombrotrophes. Dans la région des terres humides du Bas-subarctique, on les trouve surtout dans la plaine lacustre du nord du Manitoba et, au Québec, sur le Bouclier canadien (tableau 3.2.5). Les bogs en plaqué sont aussi caractéristiques de la portion septentrionale de la région du Haut-boréal. Ils se forment en milieu et en bas de pente sur les terrains à faible déclivité, et leur épaisseur varie jusqu'à un maximum d'environ 1,5 m (Zoltai *et al.*, 1988a). Ils couvrent habituellement de grandes surfaces, qui peuvent atteindre plusieurs kilomètres carrés. Ils se caractérisent par une surface relativement plane parsemée de lignes parallèles distinctes orientées vers le bas de la pente. Ces lignes se distinguent par des différences dans la végétation, qui sont probablement dues à une influence minérotrophe provenant de la légère amélioration du drainage le long de la ligne. Toutefois, le relief varie peu, sinon pas du tout, perpendiculairement aux lignes.

La végétation consiste en espèces typiques des bogs. Les lignes sont marquées par un rang d'arbres plus grands le long de leur bordure et par une plus grande diversité d'espèces végétales (Zoltai *et al.*, 1988a). En règle générale, on retrouve, dans l'espace occupé par les lignes, des espèces plus minérotrophes, comme le mélèze laricin (*Larix laricina*), le bouleau à papier (*Betula papyrifera*), des arbustes tels que les saules (*Salix* spp.) et les aulnes (*Alnus* spp.), des laîches et certaines mousses. Zoltai *et al.* (1988a) sont d'avis que l'amélioration de la croissance des arbres et la riche association de plantes des ruisselets indiquent leur rôle de chenaux de drainage à travers le bog aux conditions marécageuses.

Ces bogs ne sont pas formés par l'action du pergélisol, mais ils peuvent en contenir des plaques ou des lentilles. Ils sont d'abord apparus sous forme de fens minérotrophes; les conditions ombrotrophes se sont instaurées suite aux accumulations de plus en plus épaisses de tourbe, qui ont isolé la surface vivante de l'influence du sol minéral. La paludification des hautes terres environnantes par ces bogs est fréquente alors que la tourbe s'épaissit et que la forêt d'épinette à tapis de mousses mélangées qui y est associée s'étend vers le haut de la pente.

3.2.2.4 TOPOSÉQUENCE DU BAS-SUBARCTIQUE

La figure 3.2.3 est une toposéquence schématique illustrant les rapports entre les formes de terrain, les sols, les types physionomiques de terres humides et de hautes terres, et le pH des eaux souterraines d'une partie de la région des terres humides du Bas-subarctique. La zone représentée est la portion la plus méridionale de la région, dans les basses-terres de la baie d'Hudson. Elle correspond à une coupe verticale schématique à partir de la côte du sud-est de la baie James vers l'intérieur des terres.

Cette portion de la région du Bas-subarctique subit un soulèvement actif de l'ordre d'environ 1 m/100 ans attribuable au relèvement glacio-isostatique. Elle illustre donc une séquence temporelle croissante de gauche à droite dans le diagramme (figure 3.2.3).

Le substrat le plus profond est un till glaciaire recouvert de dépôts marins non différentiés. Ceux-ci consistent habituellement en limons argileux dans les dépressions, en sables grossiers et en graviers sur les crêtes de plage. Tout près de la côte, les terres surélevées et les terres humides à sol minéral dominent le paysage. Les terres humides comprennent des marais salés, des marais d'eau douce et des fens horizontaux peu profonds.

Le paysage devient progressivement paludifié vers l'intérieur, de sorte que seules les crêtes de plage (et les levées alluviales) les plus élevées continuent à émerger de la surface de la couverture tourbeuse. L'accroissement de l'épaisseur de la tourbe s'accompage d'un changement spectaculaire dans la végétation de surface, qui témoigne de l'isolation graduelle entre la surface vivante et les influences minérotrophes. Ce phénomène est illustré par la transition d'un type à l'autre de fens horizontaux (la séquence générale s'étend du fen arbustif inférieur au fen boisé en passant par le fen à graminées), jusqu'à la constitution de bogs plats ombrotrophes. Le gradient du pH confirme aisément ces conditions.

L'image 3.2.2 représente le sud-ouest de la baie James dans les basses-terres de la baie d'Hudson. Elle comprend à la fois des parties des régions de terres humides du Bas-subarctique et du Boréal moyen. La toposéquence du Bas-subarctique, décrite ci-dessus, est représentée par la zone de ton moyen, à texture uniforme, parallèle à la côte. Les

FIGURE 3.2.3

Toposéquence de la région des terres humides du Bas-subarctique. Coupe verticale schématique représentant la portion des basses-terres de la baie d'Hudson voisine de Moosonee, en Ontario (d'après Wickware *et al.*, 1980, avec modifications).

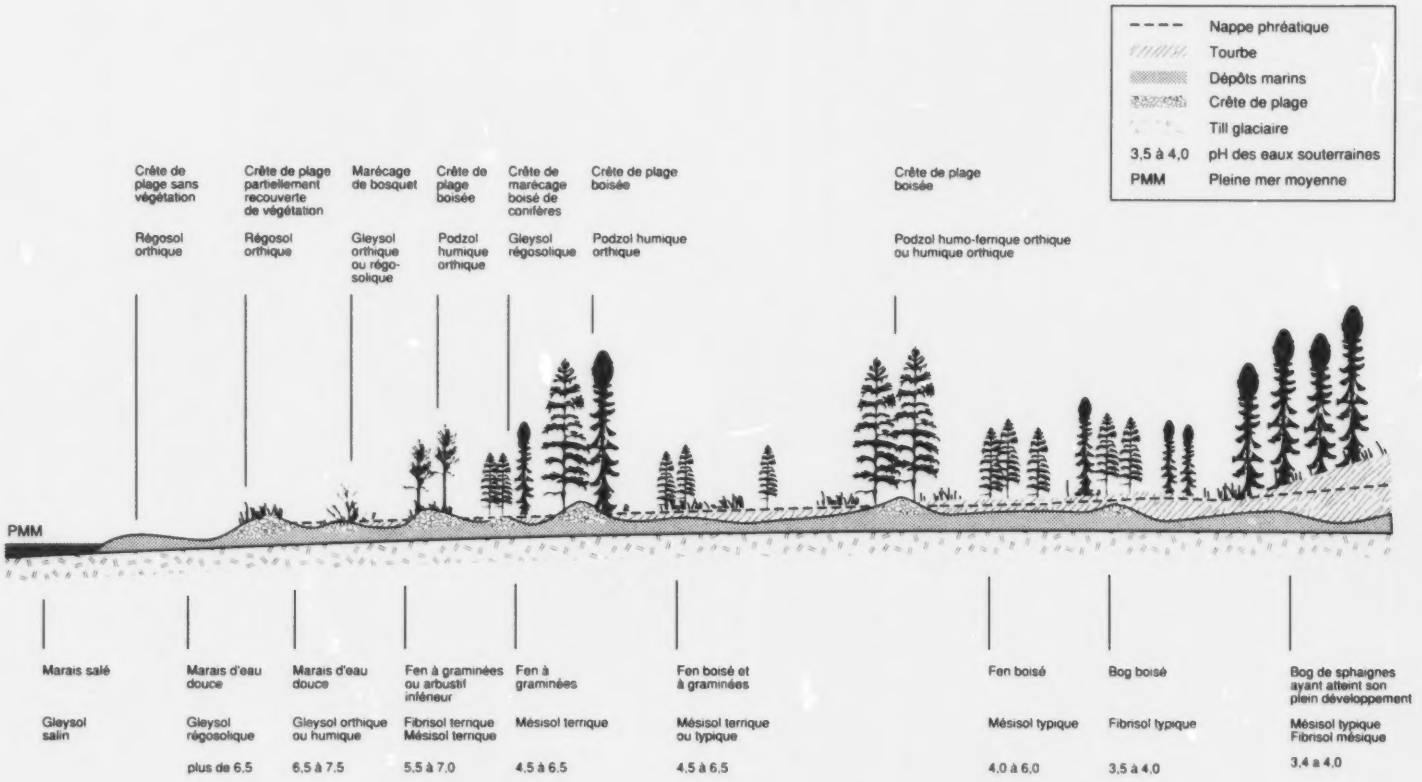


IMAGE 3.2.2

Image multispectrale Landsat (bandes 4, 5 et 7) du Bas-subarctique et du Boréal moyen du sud-ouest de la baie James. La ville de Moosonee se trouve sur la rive occidentale de la rivière Moose, à environ 20 km en amont de la baie James (ton clair à l'extérieur du coude de la rivière). Le lac Kinosheo est le grand lac qui se trouve à gauche du centre de l'image. Celle-ci a été enregistrée le 29 septembre 1976, à l'échelle de 1/1 000 000.

textures uniformes de chaque côté de la rivière Moose correspondent à de grandes superficies de fens horizontaux (principalement des fens boisés), qui sont drainés par de nombreux cours d'eau parallèles. La région des terres humides du Boréal moyen forme la plus grande partie de l'image; la station de recherche du lac Kinosheo se trouve à gauche du centre. Le Boréal moyen de cette zone est représenté par des complexes de bogs et de fens pleinement développés. Les tons moyens à foncés sont des chenaux consistant en fens à graminées et les zones plus claires sont des bogs ouverts où dominent les lichens, ou des bogs riches en arbustes.

3.2.3 RÉGION DES TERRES HUMIDES DU SUBARCTIQUE ATLANTIQUE

3.2.3.1 MILIEU

Physiographie

Dans la zone d'étude des terres humides du Nord, la région du Subarctique atlantique est représentée par la partie orientale de la division physiographique du plateau de la Mécatina, le long de la côte du Labrador (section 2.5.2). Le terrain est accidenté, particulièrement vers le sud, et s'élève rapidement depuis l'Atlantique jusqu'à des altitudes variant entre 200 et 375 m à proximité immédiate de la côte (Bostock, 1970). La moitié méridionale du littoral se caractérise par de nombreuses îles, un littoral extrêmement irrégulier et une surface de roc nu (Lopoukhine *et al.*, 1978). Le long de la partie septentrionale, jusqu'au Lac Melville, se trouvent de grandes étendues de sables et de graviers glaciaires qui recouvrent des argiles marines formant des promontoires (Lopoukhine *et al.*, 1978). Ces argiles marines, qui nuisent au drainage, favorisent la formation de grands complexes organiques près de la côte. À l'intérieur des terres, les plaines de sable, profondes et bien drainées, ne sont interrompues que par des eskers et des crêtes de plage érodées par le vent. Les cours d'eau, encaissés dans la plaine, occupent d'étroites vallées.

Lorsqu'on s'avance vers l'intérieur des terres, la topographie devient lithodépendante et elle est recouverte d'un mince placage de dépôts morainiques grossiers. Elle se caractérise par un drainage pauvre et, en conséquence, par la formation de grandes surfaces de terrain organique. Le Bouclier canadien forme la roche de fond de cette région de terres humides, où dominent l'anorthosite, le gneiss et le gneiss granitique (Lopoukhine *et al.*, 1978).

Climat

L'océan atlantique a une influence considérable sur le climat de la région des terres humides du Subarctique atlantique. Les températures moyennes de janvier et de l'année sont supérieures à celles des régions du Haut et du Bas-subarctique, mais la température moyenne en juillet y est inférieure. La précipitation totale est aussi supérieure à celle des deux autres régions du Subarctique.

En raison de l'influence maritime, il existe un contraste marqué entre la côte et l'arrière-pays. Les statistiques climatologiques résumées sur le tableau 3.2.7 sont représentatives des localités côtières, puisqu'il n'y a pas de stations climatologiques à l'intérieur des terres. On peut toutefois se livrer à certaines observations générales sur les caractéristiques du climat des localités de l'intérieur.

Les localités côtières sont généralement plus chaudes que celles de l'intérieur, plus continentales. Elles jouissent aussi d'une période sans gel de plus longue durée et, par conséquent, d'une plus longue saison de croissance. Dans l'arrière-pays,

TABLEAU 3.2.7

Statistiques climatologiques de la Région des Terres Humides du Subarctique Atlantique*

ÉLÉMENT CLIMATOLOGIQUE		Moyenne	Amplitude
Insolation effective (heures)**		1 464	-
Précipitation (mm)	- annuelle	834	740 à 954
Hauteur de neige (cm)	- annuelle	427	417 à 440
Température (°C)	- annuelle	-1,6	-0,0 à -2,9
	- janvier	-15,4	-13,2 à -17,0
	- juillet	11,0	9,8 à 12,7
Degrés-jours de croissance (°C)		560	433 à 727
Saison de croissance (jours)		126	100 à 143
Jours sans gel		113	88 à 130

* Statistiques compilées pour la période de 1951 à 1980 d'après les observations effectuées dans trois stations de la région du Bas-subarctique de la zone d'étude des terres humides du Nord.

** D'après les observations effectuées dans une seule station.

l'amplitude des températures annuelles est plus élevée; les températures hivernales des plateaux exposés et des régions montagneuses de l'intérieur sont plus basses, alors que leurs températures estivales peuvent être plus élevées. La proximité des océans exerce en effet une action régulatrice sur la température. Dans les stations côtières, l'automne dure plus longtemps, en raison de la capacité que possède l'océan d'emmagasiner la chaleur, et les températures estivales sont modifiées par le courant froid du Labrador.

La précipitation, très prononcée dans les zones côtières de cette région, est en moyenne de 834 mm. Les chutes de neige représentent environ 50 pour 100 de la précipitation totale. La précipitation annuelle totale décroît sous les latitudes plus septentrionales et dans l'intérieur des terres.

Végétation, sols, pergélisol et faune

Dans les forêts des terres surélevées qui bordent la côte du Subarctique atlantique, l'essence dominante est l'épinette blanche (*Picea glauca*), accompagnée d'un tapis de lichens aux endroits secs et de mousses aux endroits plus humides (Groupe de travail sur les écorégions, 1989). Dans les localités de l'arrière-pays, le mélèze laricin (*Larix laricina*) et l'épinette noire (*P. mariana*) remplacent l'épinette blanche, qui tolère mieux les embruns salins, à titre d'arbres dominants (Lopoukhine *et al.*, 1978). Le sapin baumier (*Abies balsamea*) est rare mais on en trouve également dans l'intérieur. Bien que le climat soit tempéré par l'océan Atlantique, les arbres tendent à être rabougris, clairsemés et cantonnés dans les endroits abrités. La végétation forestière est remplacée par les aulnes (*Alnus* spp.), le bouleau glanduleux (*Betula glandulosa*) et le lédon du Groënland (*Ledum groenlandicum*) suite aux fréquents incendies (Groupe de travail sur les écorégions, 1989). De grandes étendues de cette région de terres humides se caractérisent par de la roche de fond exposée et des sols très minces. Ces endroits possèdent des peuplements d'épinette noire accompagnés d'un étage dominé d'arbustes tels que *Kalmia polifolia* et l'airelle à feuilles étroites (*Vaccinium angustifolium*), ainsi que d'un tapis de lichens et de mousses (Groupe de travail sur les écorégions, 1989). Cette région se trouve dans la section de forêt-toundra de la région forestière boréale, définie par Rowe (1972). Parmi les terres humides, les marais salés dominent le long de la côte, et les bogs à l'intérieur des terres.

Les sols sont principalement des podzols reposant sur des matériaux à texture grossière bien drainés, des brunisols posés sur des matériaux de texture plus fine au drainage variant de modéré à imparfait, et des gleysols recouvrant des emplacements imparfaitement à pauvrement drainés, comme les marais salés côtiers. On trouve des sols organiques fibriques et mésiques dans les terres humides de l'intérieur. Les cryosols organiques sont sporadiques, étant cantonnés dans quelques bogs à palse. La partie du Subarctique atlantique située dans la zone d'étude appartient à la portion méridionale de la zone de pergélisol sporadique (section 2.6.2).

La côte du Labrador, dans la zone d'étude, se trouve sur la route migratoire aérienne de l'Atlantique. Les espèces les plus fréquentes dans cette région sont le macareux moine, le phoque et l'ours blanc le long de la côte, et la bernache du Canada, l'orignal, le loup-cervier, l'ours noir, le renard roux et le caribou à l'intérieur des terres (Groupe de travail sur les écorégions, 1989).

3.2.3.2 CARACTÉRISTIQUES DES TERRES HUMIDES

Le tableau 3.2.8 résume les types dominants de terres humides, les caractéristiques des sols et la répartition de l'ensemble des terres humides du Subarctique atlantique. Celles-ci ont une plus grande affinité avec les terres humides du Boréal atlantique qu'avec celles des autres régions subarctiques. Les bogs à palse représentent le type principal de terres humides habituel aux régions du Subarctique atlantique et autres, mais leur floristique varie légèrement. Les différences avec les terres humides de l'intérieur sont le résultat des influences océaniques liées au climat et à l'apport d'éléments nutritifs. Wells et Hirvonen (1988) ont observé que ces zones côtières se caractérisent par des précipitations plus fortes et des apports supérieurs en éléments nutritifs résultant des effets des embruns marins. Par conséquent, les bogs peu profonds peuvent posséder de petites surfaces occupées par des fens minérotrophes et plusieurs de ces tourbières sont transitoires entre le vrai bog et le fen pauvre (Wells et Hirvonen, 1988).

Dans cette région, la proportion de la superficie occupée par des terres humides varie de 6 à 25 pour 100, et les bogs faiblement inclinés y prédominent. Les sols humides sont principalement des cryosols organiques (dans les palses) et des mésisols

TABLEAU 3.2.8

Caractéristiques des terres humides de la région du Subarctique atlantique

	BOUCLIER CANADIEN
TYPES DE TERRES HUMIDES	Bog de plateau de l'Atlantique, bog structuré, bog à palse
RÉPARTITION DES TERRES HUMIDES (%)	de 6 à 25
MORPHOLOGIE/PENTE	bossué/faiblement incliné
ÉPAISSEUR DE TOURBE (cm)	200 (en moyenne)
DÉCOMPOSITION	fibrique et mésique
SOLS DES TERRES HUMIDES	Mésisol et fibrisol terriques Mésisol typique
PÉDOCLIMAT (Temp./humidité)	Cryoboréal froid/perhumide
TEMPÉRATURE MOYENNE ANNUELLE DU SOL (°C)	4,4 (côte de Terre-Neuve)
ÉPAISSEUR DU MOLLISOL (cm)	-
SUPERFICIE RECOUVERTE PAR LES EAUX (%)	de 0 à 20

SOURCES :
Lopoukhine *et al.*, 1978; Groupe de travail national sur les terres humides, 1986; Wells et Hirvonen, 1988; Young et Judge, 1985.

typiques où la profondeur de tourbe atteint en moyenne 200 cm (tableau 3.2.8). Clayton *et al.* (1977) ont décrit le pédoclimat comme étant du type cryoboréal froid, ce qui le rapproche davantage de ceux des régions de terres humides du Boréal que de ceux des autres régions du Subarctique. La superficie occupée par les eaux dans le Subarctique atlantique est généralement faible et, dans de vastes secteurs, ne dépasse pas 10 pour 100 (Lopoukhine *et al.*, 1978).

3.2.3.3 TYPES DE TERRES HUMIDES

Les types dominants de terres humides du Subarctique atlantique sont le bog de plateau, le bog structuré et le bog à palse. Le bog structuré est décrit dans la section sur le Boréal atlantique (3.3.4).

Bogs de plateau de l'Atlantique

Les bogs de plateau de l'Atlantique sont des tourbières ombrotrophes dont la surface, plate à bossuée, est semblable à un plateau qui domine le terrain environnant (Wells et Hirvonen, 1988). On y trouve fréquemment de grandes mares rondes, qui occupent souvent des dépressions peu profondes où l'épaisseur de la tourbe varie de 2 à 4 m. La tourbe superficielle, qui consiste en débris de sphaignes ou recouvre une tourbe de sphaignes-laîches plus humidifiée. La surface du bog est relativement plate; sur le pourtour, la pente est de 20 à 30 pour 100 (Pollett et Wells, 1981).

La végétation des buttes comprend de la ronce petit-mûrier (*Rubus chamaemorus*), du kalmia à feuilles étroites (*Kalmia angustifolia*), de la camarine noire (*Empetrum nigrum*), de l'airelle à feuilles étroites (*Vaccinium angustifolium*), des sphaignes (*Sphagnum fuscum* et *S. rubellum*) et des lichens (*Cladina* spp.) (Wells et Hirvonen, 1988).

Palses

Les palses du Subarctique atlantique se présentent sous forme de bogs à palse, de fens à palse et de buttes cryogènes plus petites dans les bogs de plateau de l'Atlantique (Wells et Hirvonen, 1988). Elles ont généralement 1 m de haut et 2 à 3 m de long. La végétation caractéristique réunit l'airelle des marécages (*Vaccinium uliginosum*), l'airelle vigne-d'Ida (*V. vitis-idea*), le myrique baumier (*Myrica gale*), les laîches (*Carex rariflora* et *Eriophorum spissum*) et plusieurs lichens, dont *Cetraria nivalis, Ochrolechia frigida, Sphaerophorus globosus, Rhacomitrium lanuginosum, Cladonia uncialis, C. boryi, Alectoria nigricans, Cornicularia aculeata* et *Ptilidium iliare* (Wells et Hirvonen, 1988).

3.2.3.4 TOPOSÉQUENCE DU SUBARCTIQUE ATLANTIQUE

La figure 3.2.4 illustre les rapports entre les sols, les formes de terrain et la végétation d'un spécimen typique de bog de plateau de l'Atlantique. Avec les bogs structurés (section 3.3.4), ce type de bog est le plus fréquent dans la plus grande partie du Labrador. On en trouve en grand nombre dans l'ouest et le nord de Terre-Neuve, où ils sont généralement exempts de pergélisol. Au Labrador, dans la région des terres humides du Subarctique atlantique, ils contiennent souvent des buttes cryogènes ou des palses (Wells et Hirvonen, 1988). Ces bogs se forment sur des terrains relativement plats à faiblement ondulés consistant en dépôts d'épandage fluvioglaciaire sableux ou en terrasses marines (comme au sud du lac Melville), et entre les crêtes de roche de fond recouvertes de till (Wells et Pollett, 1981).

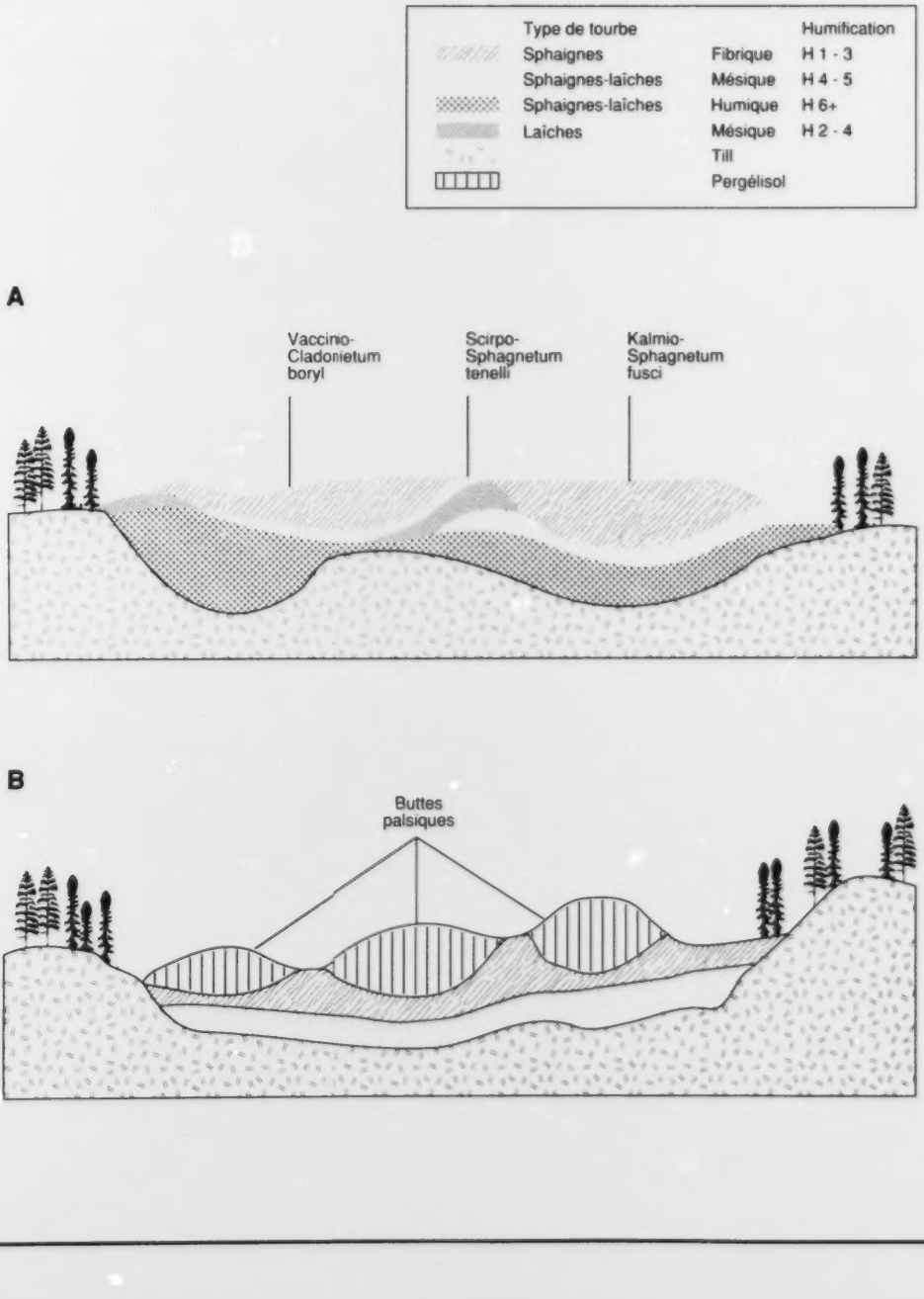
3.3 TERRES HUMIDES BORÉALES

La plus grande partie de la zone d'étude des terres humides du Nord consiste, et de loin, en terres humides boréales. Celles-ci, qui occupent environ 60 pour 100 de cette zone, se divisent en quatre régions : Haut-boréal, Boréal moyen, Bas-boréal et Boréal atlantique (carte 3.1.1). Les régions boréales de terres humides sont dominées par des masses d'air arctiques pendant l'hiver et par des masses d'air du Pacifique ou des tropiques en été (Hare et Ritchie, 1972). Le passage du Haut au Bas-boréal s'accompagne de températures de plus en plus douces et d'un bilan supérieur du rayonnement solaire (section 2.3.2).

La région des terres humides du Boréal atlantique se trouve à l'est des autres régions boréales, dans le centre du Québec et le sud du Labrador. Sur le plan climatique, cette région se caractérise par une précipitation totale supérieure à celle des régions situées plus à l'ouest (section 2.3.5). Bien que le

FIGURE 3.2.4

Toposéquence des bogs de plateau de l'Atlantique
A) Coupe verticale d'un bog : morphologie du paysage, type de tourbe, humidification de la tourbe et principaux types de végétation (d'après Pollett et Wells, 1981).
B) Coupe verticale indiquant l'existence de palses typiques des bogs de plateau de l'Atlantique dans le Labrador (d'après Wells et Hirvonen, 1988).



Groupe de travail national sur les terres humides (1986) l'ait décrite comme étant une zone boréale, le Groupe de travail sur les écorégions (1989), se fondant sur le climat et la végétation, a inclus la plus grande partie de la région des terres humides du Boréal atlantique dans la région écoclimatique du Bas-subarctique.

L'épinette noire (*Picea mariana*), le peuplier faux-tremble (*Populus tremuloides*) et l'épinette blanche (*P. glauca*) dominent les forêts des régions écoclimatiques boréales.

Zoltai (1988) a décrit ainsi les régions de terres humides boréales : des hivers froids, mais des étés chauds; les précipitation sont modérées au centre du continent, mais deviennent plus fortes dans les zones côtières maritimes. Bien qu'on retrouve, dans les quatre régions, des terres humides fondamentalement semblables, on se rend compte d'une différenciation thermique, car il est encore possible de trouver de petites masses de pergélisol sous forme de bogs à palse et de bogs de plateau tourbeux dans la région du Haut-boréal.

Dans le Haut-boréal, les zones les plus importantes de développement des terres humides se trouvent dans les plaines glaciolacustres du Manitoba et de l'Ontario ainsi que dans le centre-sud des basses-terres de la baie d'Hudson. Dans le Bas-boréal, les exemples les plus représentatifs de formation des terres humides se retrouvent dans les plaines du Manitoba, le sud-ouest des basses-terres de la baie d'Hudson et les plaines glaciolacustres de l'Ontario et du Québec (Boréal moyen). On en trouve également en quantité considérable sur les sédiments glaciolacustres du Bas-boréal, dans le sud-est du Manitoba, et sur les plaines de till à drumlins de la partie du Boréal atlantique qui occupe le centre du Labrador.

3.3.1 RÉGION DES TERRES HUMIDES DU HAUT-BORÉAL

3.3.1.1 MILIEU

Physiographie

À l'ouest de la baie James, la région des terres humides du Haut-boréal englobe la division physiographique du bas-plateau de Kazan, celle du bas-plateau de la Severn et environ 40 000 km² de la division des basses-terres de la baie d'Hudson (section 2.5.2). Les bas-plateaux se caractérisent par de la roche de fond exposée du Bouclier canadien, des complexes de roche et de moraine de fond, et de vastes étendues au relief peu prononcé couvertes de sédiments glaciolacustres. Les basses-terres consistent en une plaine côtière glaciomarine (section 2.5.4).

Au Québec, les dépôts morainiques ne sont composés que de matériaux du Bouclier faibles en bases, mais, en Ontario et au Manitoba, la moraine de fond se compose à la fois de roches du Bouclier non calcaires de provenance locale et de calcaires paléozoïques. Ces pierres calcaires proviennent du nord et du nord-est de la plate-forme de la baie d'Hudson (section 2.5.3). Elles ont été transportées vers le sud par les glaciers du Pléistocène et déposés sur le Bouclier. C'est pourquoi les tills de cette région de terres humides, en Ontario et au Manitoba, sont calcaires. La proportion relative de carbonate dans le till augmente en direction du nord-est au fur et à mesure qu'on se rapproche des basses-terres de la baie d'Hudson (Veldhuis *et al.*, 1979).

Des plaines de till à drumlins où des dépôts glaciolacustres encadrent la partie inférieure de ces formations sont fréquentes dans le centre du Manitoba (Mills *et al.*, 1978a et b). Les bogs en plaqué dont la surface varie de l'horizontale à une faible inclinaison abondent dans les parties les plus pauvrement drainées de ces plaines de till à drumlins. D'autres parties du centre du Manitoba et du nord-est de l'Ontario sont faiblement ondulées à bossuées, et on y trouve des dépôts glaciolacustres modérément calcaires, minces à épais. Ces endroits, qui sont aussi idéals pour la formation de terres humides, comportent des bogs en plaqué, des plateaux tourbeux, des fens horizontaux et des fens côtelés du Nord (Veldhuis *et al.*, 1979). Le rivage des lacs est généralement irrégulier et rocheux, parsemé de collines de roche de fond (Wickware et Rubec, 1988). Cette dernière varie du granite et du gneiss granitique aux roches volcaniques et métasédimentaires (section 2.5.3). Des argiles et des limons glaciomarins forment le substrat sur lequel reposent les importants dépôts organiques des basses-terres de la baie d'Hudson. Ces dernières sont décrites en détail à la section 3.2.2.

À l'est de la baie James, cette région de terres humides consiste en portions des divisions physiographiques des basses-terres d'Eastmain, du

plateau de Larch et du plateau des Lacs. La zone des plateaux de Larch et des Lacs est formée de Bouclier typique, déjà décrit dans le cadre de la partie québécoise de la région du Bas-subarctique (section 3.2.2). Les basses-terres d'Eastmain représentent la zone inondée par la mer glaciomarine de Tyrrell. La topographie est bien moins marquée, et on y trouve d'importants dépôts d'argile et de limon semblables à ceux du versant ontarien de la baie James. Les terres abondent sur ces sédiments à granulométrie fine. La principale différence avec les basses-terres de la baie d'Hudson réside dans la présence de collines de roche de fond peu élevées rompant la surface qui, à cette exception près, est faiblement inclinée. Cette roche de fond consiste en granits et en gneiss granitiques du Bouclier, contrairement aux basses-terres de la baie d'Hudson, qui reposent sur des calcaires et des dolomies sédimentaires horizontales.

Climat

La transition entre les végétations du Subarctique et du Boréal se produit le long de la position moyenne du front arctique de juillet. C'est dans cette région que les courants aériens de l'arctique cèdent leur prédominance à ceux du Pacifique, or la végétation boréale prospère généralement là où les masses d'air arctique prédominent durant 6 à 10 mois (Bryson et Hare, 1974).

Le tableau 3.3.1 présente les statistiques climatologiques de la région des terres humides du Haut-boréal. Les hivers de cette région sont froids (-21,7 à -26,9 °C de température moyenne en janvier). La précipitation totale et les chutes de neige augmentent d'ouest en est, et la neige représente environ 36 pour 100 de la précipitation totale. Les heures d'insolation effective, en revanche, déclinent d'ouest en est.

Au sein de cette région de terres humides, il existe une différence climatique considérable entre la partie québécoise (Haut-boréal humide) d'une part, et la partie ouest-ontarienne et manitobaine (Haut-boréal continental) de l'autre (carte 3.1.1). La partie occidentale est plus froide en hiver (température moyenne en janvier de -24,4 °C au lieu de -22,4 °C), ses températures estivales sont plus élevées (température moyenne de 16,6 °C en juillet au lieu de 13,7), elle possède une saison de croissance plus longue (138 jours au lieu de 101), un nombre plus grand de degrés-jours (1 172 °C au lieu de 779) et une précipitation totale et neigeuse inférieures (respectivement 545 et 207 mm au lieu de 675 et 222).

Végétation, sols, pergélisol et faune

Dans la zone d'étude, la région des terres humides du Haut-boréal est représentée par les sections forestières de la rivière Nelson, des conifères du Nord, des basses-terres de la baie d'Hudson, de Fort

TABLEAU 3.3.1

Statistiques climatologiques de la Région des Terres Humides du Haut-boréal*

	SOUS-RÉGIONS DE TERRES HUMIDES					
	HUMIDE		CONTINENTAL		COMBINÉES	
ÉLÉMENT CLIMATOLOGIQUE	Moyenne	Amplitude	Moyenne	Amplitude	Moyenne	Amplitude
Insolation effective (heures)**	1 530	-	2 006	-	1 768	1 456 à 2 011
Précipitation (mm) - annuelle	675	533 à 784	545	464 à 666	479	464 à 784
Hauteur de neige (cm) - annuelle	222	181 à 306	207	141 à 333	212	141 à 333
Température (°C) - annuelle	-2,9	-1,6 à -4,1	-2,3	-0,3 à -4,0	-2,5	-0,3 à -4,1
- janvier	-22,4	-21,7 à -23,0	-24,4	-22,4 à -26,9	-23,7	-21,7 à -26,9
- juillet	13,7	12,3 à 16,1	16,8	15,4 à 18,2	12,8	12,3 à 18,2
Degrés-jours de croissance (°C)	779	680 à 923	1 172	1 013 à 1 426	958	680 à 1 426
Saison de croissance (jours)	112	83 à 159	138	119 à 158	124	83 à 159
Jours sans gel	132	-	142	124 à 161	140	-

* Statistiques compilées pour la période de 1951 à 1980 d'après les observations effectuées dans six (sous-région humide) et sept (sous-région continentale) stations de la région du Haut-boréal de la zone d'étude des terres humides du Nord.

** D'après les observations effectuées dans deux station (sous-région humide) et dans deux autres (sous-région continentale).

George et de l'est de la baie James délimitées par Rowe (1972, carte 2.8.1). Les forêts sont plus étendues et souvent fermées lorsqu'on les compare aux forêts du Subarctique. Elles sont raisonnablement productives, leur taux de croissance atteignant au moins 2 m^3/ha (Clayton *et al.*, 1977). L'essence d'arbre dominante est l'épinette noire (*Picea mariana*) (Groupe de travail sur les écorégions, 1989). Dans la partie occidentale de la zone d'étude, les arbres sous-dominants comprennent le pin gris (*Pinus banksiana*) et le bouleau à papier (*Betula papyrifera*). L'épinette blanche (*Picea glauca*), le sapin baumier (*Abies balsamea*) et le peuplier faux-tremble (*Populus tremuloides*) s'observent plus fréquemment vers l'est, en Ontario et au Québec. Du pin gris et de l'épinette noire et blanche mélangés caractérisent les endroits les plus secs. La végétation typique de l'étage dominé comprend l'airelle fausse-myrtille (*Vaccinium myrtilloides*), l'airelle à feuilles étroites (*V. angustifolium*), le lédon du Groënland (*Ledum groenlandicum*), des mousses et des lichens.

La formation des sols est plus avancée dans le Boréal que dans le Subarctique, par suite des températures plus élevées de l'air, de la plus grande brévité des périodes de gel du sol et d'une croissance supérieure des forêts. Un matériel organique abondant, combiné avec des matériaux à texture grossière bien drainés entraîne la formation de podzols humo-ferriques riches en fer. On observe, sur les sols à texture fine et moyenne des hautes terres, des luvisols gris et brun-gris. L'accumulation de tourbe dans les terres humides du Haut-boréal accuse une épaisseur moyenne de 200 à 300 cm (Tarnocai, 1984) permettant la formation d'épais sols organiques. Les sols cryosoliques sont rares, et généralement confinés dans les milieux organiques (bogs à palse) du nord du lac Winnipeg et de l'est de la baie James.

Dans la zone d'étude, la région des terres humides du Haut-boréal forme la partie la plus méridionale de la zone de pergélisol discontinu. Le pergélisol est très sporadique et essentiellement confiné dans les tourbières (Brown, 1968). Brown (1967) a observé une épaisseur de 15 m de pergélisol en deux endroits près de Thompson, au Manitoba. Les températures du sol variaient entre -0,8 °C et 0 °C à des profondeurs respectives de 7,5 et de 10 m.

Les espèces animales typiques de cette région de terres humides sont le caribou, l'ours noir, le loup, l'orignal, le loup-cervier, le castor, le lièvre d'Amérique, le tétras du Canada, la gélinotte huppée, la gélinotte à queue fine, la bernache du Canada et le canard noir (Groupe de travail sur les écorégions, 1989).

3.3.1.2 CARACTÉRISTIQUES DES TERRES HUMIDES

Le tableau 3.3.2 résume les types de terres humides, les sols et d'autres caractéristiques de la région des terres humides du Haut-boréal. Il recense quatre grandes divisions physiographiques qui ont une influence sur l'évolution des terres humides. Les zones les plus importantes de formation de terres humides sont les plaines glaciolacustres du nord du Manitoba et du nord-ouest de l'Ontario (zone A), les basses-terres de la baie d'Hudson (zone D) et la côte de la baie James, au Québec (zone B).

Les conditions météorologiques du Haut-boréal sont plus tempérées que celles des régions de terres humides subarctiques. Il en résulte des épaisseurs plus importantes de tourbe (jusqu'à deux fois plus, en moyenne), un mollisol plus épais et une fréquence moindre de formes de terrain pergélisolées, comme les bogs à palse et les bogs de plateau tourbeux.

Au sein de la zone d'étude, la physiographie du Bouclier canadien dans le Haut-boréal est très complexe. Elle comprend des plaines glaciolacustres horizontales, des plaines de till à drumlins où des limons glaciolacustres recouvrent le till qui sépare les drumlins (suite à l'inondation des champs de drumlins par les lacs glaciaires). Le drainage est médiocrement organisé sur les bas-plateaux de roche de fond exposée. Ces conditions ont eu pour résultat la formation d'une grande variété de types et de répartitions de terres humides ainsi que d'états du sol (tableau 3.3.2).

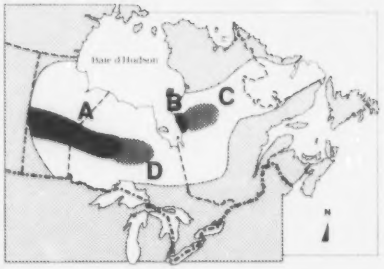
Mills *et al.* (1978a) ont décrit ainsi les caractéristiques des terres humides des plaines lacustres de la partie centrale du Haut-boréal du Manitoba : des dépôts organiques minces à épais recouvrent la plus grande partie des sédiments lacustres ainsi que les pentes inférieures de dépôts de till faiblement inclinés. Les bogs en plaqué, qui consistent en minces dépôts (de moins de 1 m) de tourbe de forêt, occupent des zones faiblement déclives de placages lacustres ainsi que les pentes inférieures de crêtes de drumlin et de buttes de till. Ces zones se caractérisent par la présence de

TABLEAU 3.3.2

Caractéristiques des terres humides de la région du Haut-boréal.

	BOULIER CANADIEN			BASSES-TERRES DE LA BAIE D'HUDSON
	(A)	(B)	(C)	(D)
TYPES DE TERRES HUMIDES	Bog en plaque, bog à palse, bog de plateau, bog plat, bog de bassin, fen horizontal, fen côtelé du Nord, marecage de ruisseau	Bog plat, fen horizontal, marais d'eau douce, marais salé	Bog plat, fen horizontal	Bog plat, fen horizontal, marais d'eau douce, marais salé
RÉPARTITION DES TERRES HUMIDES (%)	de 26 à 75	de 26 à 50	de 6 à 25	90
MORPHOLOGIE/PENTE	bossué à plat/faiblement incliné à horizontal, confiné	plat/horizontal	plat/horizontal, confiné	plat/horizontal
ÉPAISSEUR DE LA TOURBE (cm)	de 200 à 300 (en moyenne) (100 en moyenne dans les bogs en plaque)	de 0 à 150	de 60 à 200	de 300 à 400 (en moyenne)
DÉCOMPOSITION	mésique	fibrique et mésique	fibrique et mésique	mésique
SOLS DES TERRES HUMIDES	Mésisol fibrique Cryosol organique mésique Gleysol régosolique à phase tourbeuse	Gleysol régosolique à phase tourbeuse Mésisol terrique	Mésisol terrique Cryosol organique fibrique Mésisol et fibrisol typiques	Mésisol typique Mésisol fibrique
PÉDOCLIMAT (Temp./humidité)	Subarctique très froid à cryoboréal froid/aquique à peraquique	Cryoboréal froid à subarctique très froid/subaquique	Subarctique très froid à cryoboréal froid/perhumide	Cryoboréal froid à subarctique très froid/peraquique
TEMP. MOYENNE ANNUELLE DU SOL (°C)	de -0,6 à 2,5	de 1,5 à 3,3	-	-
ÉPAISSEUR DU MOLLISOL (cm)	de 60 à 200	-	-	-
SUPERFICIE RECOUVERTE PAR LES EAUX (%)	de 25 à 30	de 5 à 10	de 10 à 20	-

SOURCES :
Clayton *et al.*, 1977; Gilbert *et al.*, 1985; Manitoba-Canada Soil Survey 1986; Mills *et al.*, 1978a et 1978b; Groupe de travail national sur les terres humides, 1986; Tarnocai, 1984; Veldhuis *et al.*, 1979; Young et Judge, 1985; Zarnovican et Bélair, 1979.



pergélisol discontinu. On y trouve d'épais dépôts organiques, surtout au niveau des dépressions qui séparent les drumlins. Celles-ci consistent en plateaux tourbeux caractérisés par de la tourbe de forêt contenant un complexe de pergélisol et de portions réduites de fens au drainage pauvre formés de tourbe de fen non gelée.

Mills *et al.* (1978b) ont décrit un bog de bassin proche consistant en buttes et en crêtes de roche de fond ayant un relief local moyen de 20 m : les vallées et les dépressions séparant les affleurements rocheux sont généralement occupées par des bogs et quelques fens locaux. Les dépôts organiques y consistent en épaisses couches de tourbe de forêt ligneuse et de tourbe de sphaignes (jusqu'à 5 ou 6 m), et en étendues réduites de profonde tourbe de fen. Des bogs en plaqué faiblement inclinés, qui recouvrent généralement de minces dépôts de till, ne contiennent que des quantités réduites de pergélisol, si on les compare aux formes de terrain similaires de régions plus septentrionales.

On trouve, dans la partie des basses-terres de la baie d'Hudson appartenant à la région des terres humides du Haut-boréal, des complexes de bogs et de fens pleinement développés occupant 90 pour 100 de sa superficie. Les bogs structurés (bogs ouverts réticulés : Riley, 1982), les fens côtelés et les fens horizontaux y dominent. Ainsi que l'a déterminé le Groupe de travail national sur les terres humides (1986), cette portion de la région est formée des tourbières de l'intérieur les plus profondes et les plus pleinement développées, si l'on excepte les marais côtiers. Les tourbes y ont en moyenne de 200 à 300 cm d'épaisseur sur de grandes étendues. La proportion de chaque type de terres humides dans cette zone, ainsi que l'a déterminé Riley (1982), se monte à environ 30 pour 100 de fens horizontaux et de fens côtelés, 50 pour 100 de bogs structurés (y compris moins de 10 pour 100 de bogs à palse) et environ 10 pour 100 de marécages (riverains). Le reste de la superficie consiste en formations surélevées, comme les complexes de plages soulevées et les levées alluviales.

Riley (1982) a observé que la fréquence du pergélisol augmente lorsqu'on se dirige vers le nord, principalement sous forme de palses «naissantes» associées à de nombreuses cicatrices d'affaissement. L'association étroite entre les palses et les cicatrices d'affaissement est typique de la portion méridionale de la zone de pergélisol discontinu. Elle témoigne de la nature dynamique des rapports entre la tourbe et le pergélisol, en association avec des conditions climatiques à court et à moyen terme (Zoltai et Tarnocai, 1975).

Zarnovican et Bélair (1979) ont décrit des terres humides typiques du territoire de la baie James, au Québec (zone B, tableau 3.3.2). Les terres humides les plus typiques du Haut-boréal, le long de la côte de la baie James (jusqu'à 250 m au-dessus du niveau de la mer) sont des bogs plats (ouverts) ainsi que des fens horizontaux, des marais d'eau douce et des marais salés hautement minérotrophes. Ces deux derniers types sont d'une étendue bien plus restreinte, en raison du relief généralement plus élevé le long de la côte de cette partie de la baie James, comparativement aux basses-terres de la baie d'Hudson.

Sur le Bouclier du Haut-boréal, au Québec (zone C), les terres humides caractéristiques comprennent le bog plat (ouvert ou boisé) et le fen horizontal. L'épaisseur de la tourbe varie généralement entre 60 et 200 cm (Zarnovican et Bélair, 1979); elle est donc plus mince que sur le Bouclier en Ontario et au Manitoba ou dans les basses-terres de la baie d'Hudson. On y trouve aussi des bogs à palse, mais ils ne sont généralement pas aussi nombreux que dans les autres parties du Haut-boréal.

Zoltai et Tarnocai (1971) ont donné une description détaillée d'un bog à palse boisé qui se trouve dans la portion méridionale de la région des terres humides du Haut-boréal, au Manitoba. Ils ont entrepris de relever plusieurs transects qui ont révélé des rapports précis entre la végétation, le type de tourbe et son épaisseur, le type de substrat et son caractère, le pergélisol et le gel saisonnier.

3.3.1.3 TYPES DE TERRES HUMIDES

Dans la zone d'étude, les types de terres humides les plus caractéristiques de la région du Haut-boréal sont les bogs structurés, les bogs de bassin, les bogs plats, les bogs en plaqué, les fens horizontaux et les fens côtelés. Les quatre derniers types de terres humides sont décrits dans la section sur le Bas-subarctique (3.2.2). Les bogs de plateau tourbeux et les bogs à palse couverts d'un massif d'arbres dense se trouvent dans les fens et au sein des bogs en plaqué. Les fens effondrés se rencontrent fréquemment en association avec les bogs de plateau tourbeux et les bogs à palse du

Haut-boréal. Les marais sont rares et les marécages sont cantonnés dans les milieux fluviaux et à la périphérie des bogs (Zoltai *et al.*, 1988b).

Bogs plats

Les bogs plats abondent au sein de la région des terres humides du Haut-boréal, où ils occupent de grandes surfaces dans des dépressions mal délimitées et dans les basses-terres (Zoltai *et al.*, 1988b). Sur le plan physionomique, on les décrit comme des bogs arbustifs inférieurs peuplés d'épinette noire rabougrie (se transformant parfois graduellement en bogs boisés) et d'une couverture dense d'éricacées, en particulier du lédon du Groënland (*Ledum groenlandicum*), du cassandre caliculé (*Chamaedaphne calyculata*), du kalmia à feuilles étroites (*Kalmia angustifolia*) et des herbacées *Smilacina trifolia*. Les arbustes poussent sur des buttes de mousse formées de *Sphagnum fuscum*, de *S. fallax* et de *S. angustifolium* (Zoltai *et al.*, 1988b). *Carex oligosperma* est une laîche commune qui pousse dans les dépressions, plus humides que les buttes.

L'épaisseur de la tourbe des bogs plats varie généralement de 2 à 4 m et comporte souvent trois couches. La couche inférieure est formée de tourbe de forêt, qui contient des fragments de bois et des laîches entremêlés. Elle est recouverte d'une épaisse couche mésique et d'une couche supérieure fibrique de 30 à 60 cm d'épaisseur formée de débris de sphaignes dont la décomposition varie de faible à nulle, mêlés à des feuilles et à des brindilles.

Les bogs plats caractéristiques de la région de la baie James, au Québec, sont des bogs arbustifs inférieurs, des bogs à graminées et des bogs boisés typiques. Dans les deux premiers types, la tourbe atteint au moins 100 cm d'épaisseur. On en trouve dans les dépressions, où ils forment des complexes recouvrant de grandes étendues de terrain horizontal. Parmi les arbustes qui y poussent, les espèces typiques comprennent l'épinette noire naine, le cassandre caliculé et les sphaignes (*Sphagnum fuscum*, *S. recurvum* et *S. majus*). On ne trouve que peu d'eau libre à la surface des bogs de ce type, sinon pas du tout. Les bogs à graminées, en revanche, peuvent posséder de l'eau libre à leur surface. Ils sont dépourvus de strate arborescente, mais ils sont dotés d'une formation arbustive réduite de cassandre caliculé. Les espèces caractéristiques comprennent des laîches (*Scirpus cespitosus*) ainsi que les mousses *Sphagnum nemoreum* et *S. majus*. On trouve, sur les bogs boisés, des épinettes noires d'une hauteur variant entre 4 et 10 m, une couverture dense de lédon du Groënland et de cassandre caliculé dans la strate arbustive, ainsi que plusieurs mousses, y compris *Pleurozium schreberi*, *Sphagnum robustum*, *S. nemoreum* et *S. fuscum*. Les bogs plats de la région de la baie James ne contiennent que de faibles accumulations de tourbe (de 50 à 100 cm) et la nappe phréatique s'y maintient entre 30 et 60 cm sous la surface (Zarnovican et Bélair, 1979).

Bogs en plaqué

Les bogs en plaqué ont été décrits de façon générale à la section 3.2.2.3. Zoltai *et al.* (1988a) ont décrit en détail un bog en plaqué de la région des terres humides du Haut-boréal à Thompson, au Manitoba (55° 55' N., 97° 43' O.). Ce bog et les cicatrices d'affaissement qui lui sont associées se sont formés sur des argiles lacustres. La surface du bog présente une dénivellation de 2,5 m sur une distance de 175 m depuis les hautes terres jusqu'à un bog de plateau tourbeux au pied de la pente. Des épinettes noires (*Picea mariana*) de 3 à 5 m de hauteur recouvrent environ 40 pour 100 du bog. Les autres végétaux comprennent des arbustes (*Ledum groenlandicum*, *Vaccinium myrtilloides* et *V. vitis-idaea*), des herbacées comme *Rubus chamaemorus* dans les ouvertures, et des mousses comprenant des hypnacées (*Pleurozium schreberi* ainsi que *Hylocomium splendens*) et *Sphagnum* spp. L'épaisseur de la tourbe de ce bog varie de 27 à 70 cm et les sols sont des cryosols organiques minces en association avec des cryosols statiques brunosoliques et des brunisols gleyifiés là où l'épaisseur de la tourbe est minimale. Le mollisol atteint 2 m d'épaisseur sur la plus grande partie du bog. À un certain endroit, l'épaisseur du mollisol a varié entre 60 et 150 cm au cours d'une période de 5 ans.

Bogs structurés

Sjörs (1959 et 1963) a décrit des terres humides typiques du Haut-boréal des basses-terres de la baie d'Hudson, dans la région de la rivière Attaouapiskat. Il a fourni une coupe verticale d'un bog structuré montrant les rapports entre la végétation, les mares, le type de tourbe et la stratigraphie du substrat tourbeux. Il a observé la «remarquable similitude» entre la flore de ce bog et celle d'autres bogs, dans des régions éloignées de 5 600 km, dans le nord de l'Europe. Cette constatation suggère l'existence de

facteurs écologiques exerçant une action puissante sur la flore des terres humides.

La surface du bog structuré est légèrement rehaussée et il s'y trouve de nombreuses mares. Le drainage y est progressif, sans voie d'infiltration ni chenal de drainage visibles. À la périphérie du bog, de petits fens de chenal assurent le drainage. Ils se trouvent à angle droit de la bordure du bog et deviennent plus étroits en s'éloignant de celui-ci.

La végétation typique du bog réunit l'épinette noire (*Picea mariana*), le lédon du Groënland (*Ledum groenlandicum*) et le cassandre caliculé (*Chamaedaphne calyculata*). Parmi les autres espèces fréquemment observées, citons les laîches (*Carex oligosperma* et *Eriophorum virginicum*), la sarracénie pourpre (*Sarracenia purpurea*), l'utriculaire cornue (*Utricularia cornuta*) et les kalmias (*Kalmia* spp.).

Sjörs (1959) a observé que la présence de grandes mares était fréquente et que celles-ci présentaient un aspect très frappant. Ces mares, qui occupent de 30 à 40 pour 100 de la surface, sont d'une profondeur uniforme d'environ 1,5 m (5 pi) et sont orientées perpendiculairement à la direction de la pente. L'épaisseur maximale de tourbe enregistrée à cet endroit était de 400 cm. Cette tourbe, qui consistait essentiellement en tourbe de sphaignes, était plus humidifiée vers le fond, où s'y mêlait une plus grande proportion de fragments ligneux.

Bogs de bassin

Les bogs de bassin sont des terres humides ombrotrophes qui occupent des dépressions de la roche de fond dans des endroits dont la topographie présente une surface modérément à fortement irrégulière. Ils abondent particulièrement dans les régions boréales du Bouclier canadien. La profondeur de ces bogs est variable. Elle dépend, en partie, de la profondeur et de la configuration de la dépression. Sous la tourbe, le substrat peut consister en sédiments glaciolacustres fins modérément calcaires, en till ou en roche de fond. Dans certains cas, les bogs ont d'abord été des étangs ou des petits lacs, qui ont été graduellement colmatés, jusqu'à ce que leur surface soit entièrement recouverte de végétation («comblement»). La tourbe de ces terres humides, minérotrophe, consiste en tourbe de laîches et en guttja bien humidifiés.

La portion supérieure des bogs de bassin est ombrotrophe; elle reçoit tous ses éléments nutritifs et l'humidité de la précipitation directe et d'un écoulement très localisé. Zoltai *et al.* (1988b) ont observé que les épaisseurs de tourbe dépassent 3 m (en fait, elles peuvent former des séquences tourbeuses parmi les plus épaisses des régions du Boréal moyen et du Bas-boréal, variant entre 10 et 15 m). Ces bogs sont fréquemment boisés d'épinette noire pleinement développée ou rabougrie et leur surface est plate. En général, les arbres sont de plus en plus petits lorsqu'on se dirige vers le centre du bog. Selon, le degré de minérotrophie de l'écoulement local, le bog peut se transformer en marécage ou en fen là où il entre en contact avec les terres surélevées environnantes.

La végétation caractéristique des bogs de bassin consiste en épinette noire, en éricacées (*Ledum groenlandicum*, *Kalmia* spp, *Chamaedaphne calyculata*) et en sphaignes, ce qui se traduit par une couche supérieure de tourbe fibrique.

Fens de bassin

Les fens de bassin sont des terres humides minérotrophes qui se forment dans les terrains lithodépendants. Tout comme les bogs de bassin, ils résultent du comblement d'un étang, d'un petit lac ou d'une baie d'un grand lac. Le principal facteur intervenant dans leur évolution en tant que fens est l'apport régulier d'eau minérotrophe (Zoltai *et al.*, 1988b). Leur surface est habituellement plate et peut être formée d'un tapis flottant maintenu par des racines. La tourbe sous-jacente est généralement bien décomposée (mésique à humique) et son épaisseur varie entre 1 m et plus de 6 m.

Sur le plan physionomique, les fens de bassin vont du fen boisé de mélèzes laricins rabougris au fen arbustif inférieur et au fen à graminées, selon les niveaux d'éléments nutritifs et la position de la nappe phréatique. Les arbres et les arbustes occupent les positions légèrement plus élevées et plus sèches. On trouve, parmi les espèces caractéristiques, des arbustes tels que *Betula pumila* et *Salix* spp. (notamment en bordure des marécages de bosquet), des laîches (*Carex aquatilis* et *C. lasiocarpa*) et diverses mousses (Zoltai *et al.*, 1988b).

Fens horizontaux

Les fens horizontaux reposant sur les sédiments glaciomarins de la côte de la baie James se caractérisent par la présence d'espèces minérotrophes telles que les arbustes inférieurs (*Myrica gale*), les laîches (*Carex* spp., *Scirpus hudsonianus*), la mousse brune (*Scorpidium scorpioides*) et le ményanthe trifolié (*Menyanthes trifoliata*). Zarnovican et Bélair (1979) ont signalé que ces terres humides sont comparables aux fens arbustifs inférieurs (section 3.2.2.3). La nappe phréatique atteint la surface de la tourbe, dont l'épaisseur varie en moyenne de 100 à 200 cm. On trouve, dans ces tourbières, de 5 à 10 pour 100 d'eau libre.

Au Québec, les fens horizontaux des terres surélevées du Bouclier sont couverts de laîches (*Carex* spp.), de ményanthe trifolié et de sphaignes (*Sphagnum pulchrum*). La profondeur de la tourbe y atteint généralement entre 60 et 100 cm (Zarnovican et Bélair, 1979). La nappe phréatique se trouve à la surface ou occupe un niveau supérieur, et l'eau libre représente 25 à 50 pour 100 des tourbières.

3.3.1.4 TOPOSÉQUENCE DU HAUT-BORÉAL

La figure 3.3.1 est une toposéquence illustrant les rapports entre les sols, la végétation, la physionomie et les formes de terrain dans des terres humides typiques du Bouclier canadien du centre-nord du Manitoba. La séquence représente un assemblage de plusieurs coupes verticales dressées par Mills *et al.* (1978a et b) et Veldhuis *et al.* (1979). On y a inclus trois formes de terrain à terres humides caractéristiques. Ce sont, de gauche à droite, un bog de bassin lithodépendant; des bogs à palse et un marécage riverain formés entre des drumlins; et une plaine glaciolacustre supportant des bogs en plaqué, des bogs à palse et des bogs de plateau.

3.3.2 RÉGION DES TERRES HUMIDES DU BORÉAL MOYEN

3.3.2.1 MILIEU

Physiographie

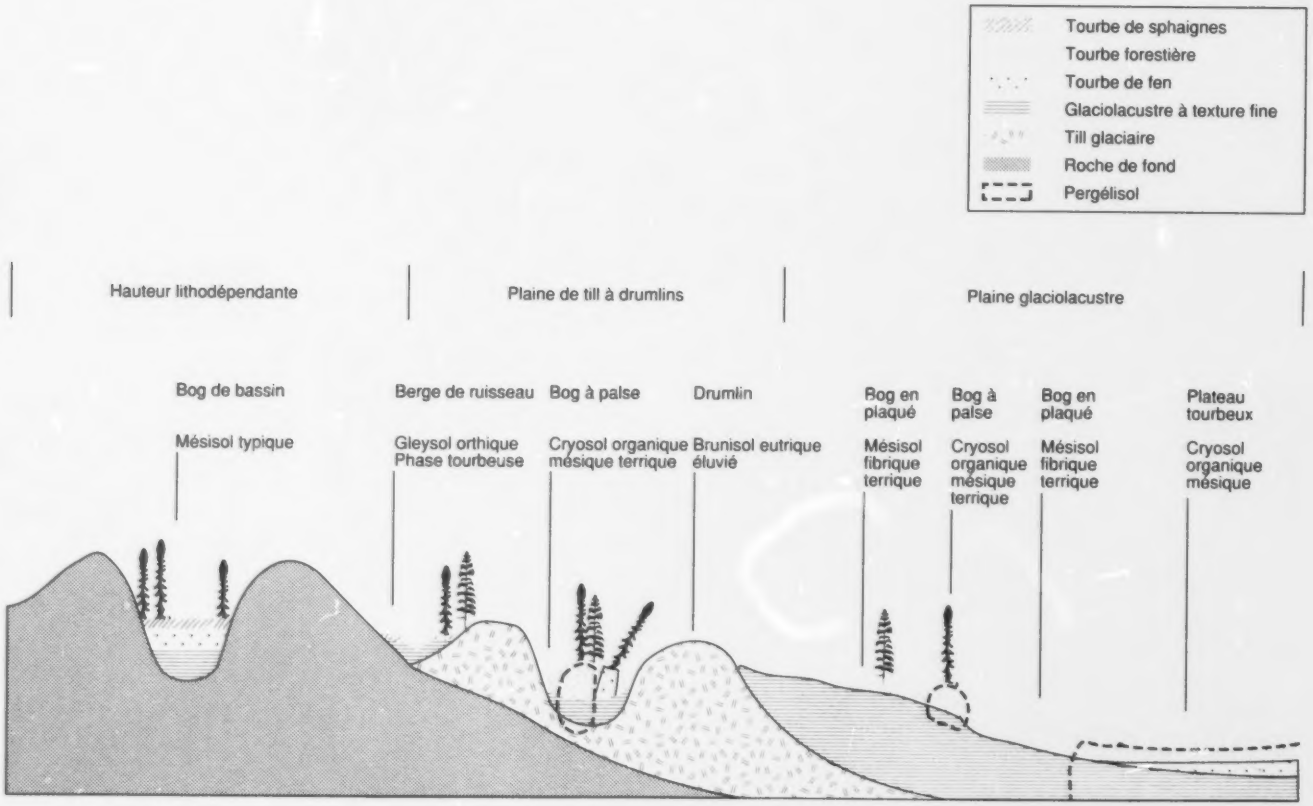
La région du Boréal moyen possède la physiographie la plus variée de toutes les régions de terres humides de la zone d'étude. On y trouve représentées les divisions physiographiques de la plaine du Manitoba, du bas-plateau de la Severn, du bas-plateau d'Abitibi, des basses-terres de la baie d'Hudson et des basses-terres d'Eastmain, et elle contient la plus grande partie de la région des collines de Mistassini (section 2.5.2). La station de recherche de Kinosheo, qui fait partie de la zone d'étude, se trouve dans la partie du Boréal moyen occupée par les basses-terres de la baie d'Hudson.

La plaine du Manitoba correspond à la zone de roche de fond sédimentaire (plate-forme de l'intérieur, section 2.5.3) qui se trouve à l'ouest du Bouclier canadien. Elle possède une surface très faiblement ondulée à plate, formée de dépôts glaciolacustres et d'épaisse moraine de fond (particulièrement vers le sud-ouest), qui recouvrent complètement le socle rocheux. L'altitude moyenne de la plaine est d'environ 250 m (Bostock, 1970). La plus grande partie de la surface est occupée par de grands lacs, dont les lacs Winnipeg, Manitoba et Winnipegosis. Des couches étendues de sédiments à grain fin, déposées par le lac glaciaire Agassiz, ont entraîné la formation de grandes étendues de terres humides.

La plus grande partie du bas-plateau de la Severn, dans la région des terres humides du Boréal moyen, consiste en topographie lithodépendante faiblement à modérément ondulée. On trouve dans sa portion occidentale, au Manitoba et dans le nord-ouest de l'Ontario, de la roche de fond exposée et des sections localisées de mince moraine de fond sableuse à limoneuse (Wickware et Rubec, 1988). Les argiles et les limons déposés par le lac glaciaire Agassiz se présentent sous la forme de minces dépôts discontinus dans la plupart des vallées et dans des dépressions de la roche de fond. La région entourant Dryden est dominée par une plaine d'argile à varves faiblement ondulée. Vers l'est, le terrain devient ondulé à valonné, couvert d'une moraine texturée mince à modérément épaisse, sableuse à

FIGURE 3.3.1

Toposéquence de la région des terres humides du Haut-boréal. Toposéquence illustrant les rapports entre les sols, la physionomie de la végétation et les formes de terrain sur une hauteur lithodépendante, une plaine de till à drumlins et une plaine glaciolacustre dans le centre-nord du Manitoba (d'après Mills *et al.*, 1978a et 1978b; Veldhuis *et al.*, 1979, avec modifications).



loameuse grossière. Des buttes de roche de fond exposée y sont fréquentes.

Du terrain lithodépendant valonné du bas-plateau de la Severn, à l'ouest, le bas-plateau d'Abitibi se tranforme, dans le nord-est de l'Ontario et l'ouest du Québec, en une plaine d'argile glaciolacustre dont la surface varie de faiblement irrégulière à plate. Les sédiments à grain fin de cette plaine ont été déposés par le lac glaciaire Barlow-Ojibway et, dans certaines régions, refaçonnés en moraine argileuse au cours de récurrences glaciaires tardives en provenance du nord. Des dépôts d'épandage glaciofluviaire sableux grossiers sont particulièrement fréquents dans les parties occidentales de cette plaine.

Juste au nord du lac Supérieur, à l'extrémité occidentale du bas-plateau d'Abitibi, se trouve l'une des régions les plus accidentées de la zone d'étude à l'extérieur du Labrador. Il s'agit des hautes-terres du lac Supérieur (Wickware et Rubec, 1988). fortement à modérément irrégulière et par de minces dépôts morainiques sableux à loameux. On y trouve de nombreux affleurements de roche granitique et d'abruptes falaises. Des cours d'eau profondément encaissés, qui se déversent dans le lac Supérieur, comportent d'épaisses séquences de dépôts d'épandage sableux recouverts d'argiles et de limons lacustres à varves.

Au Québec, au nord de la plaine d'argile, se trouvent les basses-terres d'Eastmain. Près de la baie James, elles forment une plaine glaciomarine d'argiles horizontales comportant des dépôts de plage grossiers. Vers l'est, elles se transforment en une plaine faiblement irrégulière formée d'argiles et de limons glaciolacustres reposant sur la roche de fond. À leur extrémité orientale, près du lac Mistassini, elles consistent en un plateau lithodépendant modérément irrégulier, recouvert d'une moraine de fond mince à modérément épaisse (Gilbert *et al.*, 1985) Dans l'ensemble, la surface est en pente vers l'ouest, et le drainage s'effectue vers la baie James. Au sein de cette région de terres humides, les altitudes les plus élevées se rencontrent dans les collines de Mistassini, qui se dressent fréquemment à 760 m au-dessus du lac Mistassini, et peuvent atteindre 1 060 m au-dessus du niveau de la mer (Bostock, 1970). Le lac occupe une série de longues vallées étroites entre des collines et des crêtes orientées du nord-est au sud-ouest.

Climat

Dans la partie la plus méridionale du Boréal moyen, la température moyenne annuelle excède 0,0 °C (tableau 3.3.3). En comparaison du Haut-boréal, la saison de croissance dure plus longtemps et le nombre de degrés-jours de croissance est notablement plus élevé (1 410 °C au lieu de 958).

TABLEAU 3.3.3

Statistiques climatologiques de la Région des Terres Humides du Boréal Moyen*

	SOUS-RÉGIONS DE TERRES HUMIDES					
	HUMIDE		CONTINENTAL		COMBINÉES	
ÉLÉMENT CLIMATOLOGIQUE	Moyenne	Amplitude	Moyenne	Amplitude	Moyenne	Amplitude
Insolation effective (heures)**	1 807	1 687 à 1 983	2 248	2147 à 2391	2 028	1 687 à 2 391
Précipitation (mm) - annuelle	841	738 à 950	548	443 à 713	701	443 à 950
Hauteur de neige (cm) - annuelle	269	184 à 341	160	109 à 230	217	109 à 341
Température (°C) - annuelle	0,2	-1,4 à 2,0	0,8	-0,7 à 2,2	0,5	-1,4 à -2,2
- janvier	-18,9	-16,3 à -22,3	-20,6	-19,0 à -22,7	-19,7	-16,3 à -22,7
- juillet	16,7	16,1 à 17,7	18,4	17,7 à 19,7	17,5	16,1 à 19,7
Degrés-jours de croissance (°C)	1300	1 130 à 1 502	1 530	1 331 à 1 757	1450	1 130 à 1 757
Saison de croissance (jours)	131	112 à 152	152	138 à 163	141	112 à 163
Jours sans gel	147	126 à 163	163	156 à 178	155	126 à 178

* Statistiques compilées pour la période de 1951 à 1980 d'après les observations effectuées dans douze (sous-région humide) et onze (sous-région continentale) stations de la région du Haut-boréal de la zone d'étude des terres humides du Nord.

** D'après les observations effectuées dans quatre station (sous-région humide) et quatres autres (sous-région continentale).

Il existe aussi, dans cette région de terres humides, un contraste notable entre ses parties occidentale et orientale. Dans la zone d'étude, le Boréal moyen continental commence à proximité de Sioux Lookout, en Ontario, et s'étend jusqu'à la frontière du Manitoba (carte 3.1.1). Le Boréal moyen humide, dans l'est, est exposé à une insolation effective moindre (1 807 heures au lieu de 2 248), à une précipitation totale et à une hauteur de neige supérieures (respectivement 841 et 269 mm au lieu de 548 et 160), à une température annuelle moyenne plus fraîche (0,2 °C au lieu de 0,8) et à des températures hivernales moins rigoureuses (-18,9 °C au lieu de -20,9).

Végétation, sols, pergélisol et faune

Dans la zone d'étude, la région du Boréal moyen correspond à la partie méridionale de la section forestière des conifères du Nord (Rowe, 1972) ainsi qu'aux sections des basses-terres du Manitoba, du plateau central, de Nipigon et des argiles du Nord de la région forestière boréale (section 2.8). On y trouve de l'épinette noire (*Picea mariana*), mais celle-ci ne constitue pas l'essence dominante dans les vastes forêts de cette région. L'épinette blanche (*P. glauca*), le peuplier faux-tremble (*Polpulus tremuloides*) et le sapin baumier (*Abiens balsamea*) sont les arbres les plus fréquents sur les terres surélevées du Boréal moyen (Groupe de travail sur les écorégions, 1989). Dans l'ouest, par exemple dans la section forestière des basses-terres du Manitoba, les forêts de feuillus dominent sur les hauteurs. Elles sont formées de peupliers faux-trembles et de peupliers baumiers (*Populus balsamifera*). Ces forêts de feuillus de caractérisent par une végétation diversifiée de l'étage dominé (Groupe de travail sur les écorégions, 1989).

Dans l'est, les forêts de conifères dominent. Formées d'épinettes et de sapins, elles comportent un étage dominé de mousses et de lichens. Le pin gris (*Pinus banksiana*) se rencontre fréquemment dans les endroits les plus secs des parties centrale et orientale de la région, où il coexiste souvent avec le bouleau à papier (*Betula papyrifera*) et l'épinette noire.

Les sols sont semblables à ceux de la région des terres humides du Haut-boréal, mais les climats plus tempérés du Boréal moyen permettent le développement de profils plus profonds dans les podzols humo-ferriques et les luvisols gris. Les gleysols organiques et les gleysols à phase tourbeuse sont fréquents dans les zones au drainage imparfait à pauvre des dépôts glaciolacustres. Les accumulations de tourbe sont supérieures, en moyenne, à celles du Haut-boréal. Dans la zone d'étude, les tourbières du Boréal moyen et du Bas-boréal possèdent les tourbes les plus épaisses du Canada (en moyenne) à l'extérieur des Maritimes. L'épaisseur moyenne de la tourbe dans ces régions de terres humides varie de 300 à 400 cm (Tarnocai, 1984). À l'exception des sections situées immédiatement au sud-ouest et à l'est de la baie James, la région des terres humides du Boréal moyen se trouve entièrement au sud de la zone la plus méridionale de présence du pergélisol (carte 2.6.3).

Dans la zone d'étude, les espèces animales typiques de cette région de terres humides comprennent l'orignal, l'ours noir, le castor, le rat musqué, le loup ordinaire de l'est, le lièvre d'Amérique, le caribou (dans les parties centrale et orientale), le loup-cervier, le coyote, la gélinotte à queue fine, le canard noir, le canard branchu, le bec-scie couronné (dans l'est) et le grand pic (Groupe de travail sur les écorégions, 1989).

3.3.2.2 CARACTÉRISTIQUES DES TERRES HUMIDES

Le tableau 3.3.4 résume les caractéristiques dominantes des terres humides, de leurs sols et d'autres aspects de la région du Boréal moyen. Celle-ci se divise en cinq zones, d'après les facteurs physiographiques influant sur l'évolution des terres humides. Les zones les plus importantes pour le développement des terres humides sont les plaines du Manitoba (zone A, tableau 3.3.4), les basses-terres de la baie d'Hudson (zone E) et la plaine glaciolacustre du nord-est de l'Ontario et de l'ouest du Québec (la «plaine d'argile», zone D).

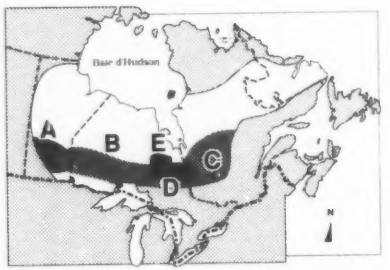
Les terres humides dominent la plaine du Manitoba, particulièrement sur les platiers bas entourant le lac Winnipeg, où elles sont virtuellement ininterrompues. Les terres humides de cette plaine se caractérisent par des bogs plats et des bogs bombés comportant de vastes étendues de fen horizontal (Manitoba-Canada Soil Survey, 1986). La tourbe, à dominante mésique, y mesure en moyenne 400 cm d'épaisseur. Des marais tourbeux peu profonds occupent de grandes parties du rivage du lac. Cette région possède la plus grande étendue d'eau libre, qui peut occuper jusqu'à 60 pour 100 de

TABLEAU 3.3.4

Caractéristiques des terres humides de la région du Boréal moyen

	PLAINE DU MANITOBA	BOUCLIER CANADIEN			BASSES-TERRES DE LA BAIE D'HUDSON
		Moraine de fond ou roche de fond		Glaciolacustre	
	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
TYPES DE TERRES HUMIDES	Bog plat, bog bombé, fen côtelé du Nord, fen horizontal, marais de lac	Bog de bassin, bog plat, bog en plaque, fen de chenal, fen de bassin	Bog de bassin, bog structuré, bog plat, bog en plaque, fen horizontal, fen de bassin	Bog bombé, bog plat, marécage boisé de conifères, fen de ruisseau	Bog plat, bog bombé, fen horizontal, marécage boisé de conifères
RÉPARTITION DES TERRES HUMIDES (%)	de 26 à 100	de 6 à 50	de 6 à 25	de 51 à 75	de 60 à 85
MORPHOLOGIE/PENTE	plat/horizontal	plat/horizontal à faiblement incliné, confiné	plat/horizontal à faiblement incliné, confiné	bombé, plat/faiblement incliné, confiné	plat, bombé/horizontal
ÉPAISSEUR DE TOURBE (cm)	400 (en moyenne)	400 (en moyenne)	de 300 à 400 (en moyenne)	500 (en moyenne)	de 100 à plus de 400
DÉCOMPOSITION	fibrique et mésique	mésique et humique	mésique	mésique et humique	mésique
SOLS DES TERRES HUMIDES	Gleysol humique Mésisol terrique Fibrisol mésique	Gleysol régosolique à phase tourbeuse Mésisol et humisol typiques Fibrisol mésique	Mésisol et fibrisol typiques Mésisol terrique	Gleysol régosolique à phase tourbeuse Mésisol et humisol typiques	Mésisol typique Mésisol fibrique
PÉDOCLIMAT (Temp./humidité)	Froid à modérément froid Cryoboréal/subhumide à humide	Cryoboréal modérément froid/perhumide	Cryoboréal froid/perhumide	Cryoboréal modérément froid/aquique	Cryoboréal modérément froid/aquique
TEMPÉRATURE MOYENNE ANNUELLE DU SOL (°C)	de 5,2 à 6,4	de 2,5 à 4,5	-	de 5,2 à 6,2	-
SUPERFICIE OCCUPÉE PAR LES EAUX (%)	de 50 à 60	-	de 0 à 10 (ouest) de 10 à 20 (est)	de 0 à 10	10

SOURCES :
Clayton *et al.*, 1977; Dutchak *et al.*, 1978; Gilbert *et al.*, 1985; Jeglum et Cowell, 1982; Manitoba-Canada Soil Survey, 1986; Groupe de travail national sur les terres humides, 1986; Raveling et Lumsden, 1977; Riley, 1982; Wickware et Rubec, 1988; Woo *et al.*, 197[illegible]; Young et Judge, 1985; Zarnovican et Bélair, 1979.



la surface. La division territoriale de la rivière Rice, de Dutchak *et al.* (1978; aussi Woo *et al.*, 1977), borde le centre du rivage oriental du lac Winnipeg. Ces auteurs la décrivent comme suit : une plaine organique où prédomine un drainage pauvre, interrompue par d'occasionnels affleurements rocheux. Le terrain organique est dominé par de grands fens côtelés. On y trouve aussi des bogs plats ou des bogs bombés occupant des surfaces moindres. Le relief de cette région est généralement inférieur à 3 m. Bien que le terrain organique soit d'importance, la profondeur moyenne des dépôts est inférieure à celle qu'on observe dans les deux divisions territoriales qui se trouvent plus à l'est. La matière organique dominant est la tourbe de fen mésique, dont l'épaisseur dépasse rarement 2 m. Elle recouvre des sédiments lacustres calcaires dont la texture varie de l'argile dominante au loam sableux fin. La division territoriale de la rivière Rice se caractérise par des lacs petits et peu nombreux, dont la plupart possèdent un rivage organique, égal et régulier. Plusieurs cours d'eau parcourent la région. À part eux, aucun drainage de surface à destination du lac Winnipeg n'est apparent.

Thie (1974) traite de la répartition du pergélisol dans la région du Boréal moyen, le long du rivage nord-ouest du lac Winnipeg, et de ses caractéristiques de fonte.

Les terres humides des basses-terres de la baie d'Hudson sont extrêmement variées, témoignant de la nature complexe du Boréal moyen dans cette région. Cette partie des basses-terres comporte des plaines glaciomarines horizontales, de grands bassins alluviaux le long des principaux cours d'eau (par exemple, les rivières Moose et Albany) et un plateau de till soulevé (Pala et Weischet, 1982). Sur le plan floristique, elle est très riche en variétés des zones plus tempérées (Riley, 1982). Les terres humides comprennent des marécages boisés de feuillus ou de conifères, des fens boisés de cèdres, de petites palses naissantes, des fens horizontaux (fens à graminées ou fens boisés, pour la plupart), des bogs plats (la plupart boisés) et des bogs structurés (ouverts) (Riley, 1982;, Jeglum et Cowell, 1982). Dans la région de Kinosheo, l'épaisseur de la tourbe, dans l'ensemble des terres humides, varie en moyenne de 110 à 280 cm (Jeglum et Cowell, 1982) et peut dépasser 400 cm dans de nombreuses régions au sud des 50° 30' N. (Riley, 1982). Riley (1982) a observé que les bogs de l'intérieur subissent plus souvent un dessèchement saisonnier que dans le reste des basses-terres. Vers la limite du Bouclier canadien dans les basses-terres, les terres humides deviennent moins continues, et des buttes de roche de fond y abondent de plus en plus. La proportion de terres surélevées est supérieure dans la partie des basses-terres appartenant au Boréal moyen, où elle atteint 40 pour 100 par endroits (Riley, 1982). Il faut attribuer ce phénomène à l'abondance de grandes crêtes de plage soulevées et d'anciens promontoires côtiers, qui viennent s'ajouter à la plaine de till centrale, relativement élevée. Étant donné son éloignement de la côte, la tourbe est généralement peu épaisse dans cette plaine, qui se caractérise par la présence de grands lacs, comme le Kinosheo, à fond de sol minéral et à bordure marécageuse. Dans les basses-terres de la baie d'Hudson, les bogs plats boisés occupent approximativement 20 pour cent de la région des terres humides du Boréal moyen, les bogs ouverts plats ou structurés environ 15 pour 100, les fens horizontaux environ 10 pour 100 et les marécages quelque 20 pour 100 (Riley, 1982).

Raveling et Lumsden (1977) ont donné une description détaillée des terres humides contenues dans une zone de 412 km^2 entourant le lac Kinosheo (connu auparavant sous le nom de lac Kinoje). Ils ont décrit le terrain recouvert par les terres humides, cartographié les surfaces occupées par les bogs et les fens, et déterminé l'étendue en pourcentage de 10 terres humides classifiées selon leur physionomie. Ils ont également fourni des données, recueillies au lac Kinosheo, sur les précipitations, la température et les niveaux d'eau. Cowell *et al.*(1978) ont établi la présence de pergélisol et de gel saisonnier dans des types particuliers de tourbières parmi les bogs et les fens entourant le lac Kinosheo. Ils ont donné une description des types de terres humides où ils ont trouvé du gel, ainsi que la profondeur et l'épaisseur des couches de glace, l'épaisseur de la tourbe et la profondeur de la nappe phréatique.

Dans la plaine argileuse, qui se trouve sur le Bouclier canadien au sud des basses-terres de la baie d'Hudson (zone D du tableau 3.3.4), la superficie des terres humides atteint 75 pour 100. Les bogs bombés et les bogs plats ainsi que les marécages boisés de conifères dominent les terres humides de cette région. L'épaisseur de la tourbe, variable, est en moyenne de 500 cm, mais dépasse 600 cm dans certains bogs bombés et fens de bassin. Les conditions climatiques plus chaudes et la période sans glace plus longue, en comparaison des régions de terres humides plus septentrionales,

a permis l'accumulation de tourbes épaisses, aux strates inférieures plus humidifiées.

La classification physionomique des terres humides élaborée par Jeglum *et al.* (1974) était fondée en grande partie sur des spécimens de la zone argileuse. Jones *et al.* (1983) définissent 14 «groupes opérationnels» pour la zone argileuse. Ils s'agit de zones de forêt parvenue à maturité, définies d'après la végétation et les conditions pédologiques relativement aux exigences de l'aménagement forestier. Deux des groupes représentent des terres humides à sol minéral où dominent les gleysols à phase tourbeuse (groupe des hypnacées et sphaignes; groupe des conifères et herbes, ou riche en mousses) et quatre représentent des terres humides à sol organique (groupe du lédon; groupe pauvre en aulnes et herbes; groupe riche en aulnes et herbes; et groupe des chamaedaphnes). Kalela (1962) décrit la partie principale de la zone argileuse, représentée par des forêts marécageuses minérotrophes (marécages boisés de conifères) d'épinette noire bien développée à couvert fermé. Des zones plus petites sont définies comme d'épais lits de tourbe ombrotrophes (bogs bombés). Les portions les plus riches des marécages boisés de conifères peuvent aussi comporter du peuplier baumier, de l'épinette blanche, du thuya ou du mélèze laricin.

Les tourbières définies par Stanek (1977) comprennent trois types de bog ouvert (surtout des bogs bombés), deux types de bog boisé (bog plat), deux types de fen ouvert (fen horizontal), un type de marais de prairie, un type de marécage de bosquet et six variétés de marécage boisé de conifères. Les tourbières marécageuses représentaient 43 pour 100 des spécimens échantillonnés dans cette étude.

Dai *et al.* (1973) ont recueilli des mesures détaillées des niveaux d'eau saisonniers de cinq types physionomiques de terres humides associées à un vaste complexe de bog bombé dans la zone argileuse, près de Cochrane, en Ontario. L'enregistrement des mesures de précipitation et de niveau de l'eau a été entrepris au cours de l'été de 1967. Terasmae (1970) a décrit un bog en pente qui a paludifié une hauteur boisée à la limite septentrionale de la zone argileuse, en Ontario. Il a décrit la stratigraphie de la tourbe, l'association des pollens et les rapports entre la tourbe et le substrat. Il a également dressé des coupes verticales détaillées indiquant l'épaisseur de la tourbe (jusqu'à concurrence de 3 m) et décrit le développement postglaciaire de la tourbière.

3.3.2.3 TYPES DE TERRES HUMIDES

Les types de terres humides les plus caractéristiques de la région du Boréal moyen sont les bogs bombés, les bogs plats, les bogs de bassin, les marécages boisés de conifères, les fens horizontaux, les fens côtelés et les fens de bassin. Dans l'ensemble de cette région, des marais de rivage se développent le long des lacs à substrat minéral (Zoltai *et al.*, 1988b). Le tableau 3.3.5 contient des données résumant, pour plusieurs types de terres humides de la région du lac Kinosheo, dans les basses-terres de la baie d'Hudson, la profondeur de la nappe phréatique, l'épaisseur de la tourbe, le pH et la concentration de calcium des eaux souterraines ainsi que l'humidification de la tourbe. Cette partie de la région des terres humides du Boréal moyen figure aussi dans l'image 3.2.2, qui illustre le texte sur la toposéquence du Bas-subarctique (section 3.2.2.4).

Bogs bombés

Les bogs bombés sont des terres humides ombrotrophes. Ce sont de vastes complexes de bog circulaire à ovale dominant la surface du fen ou du marécage environnant. Le centre du bog est surélevé, et sa surface descend en pente vers l'extérieur dans toutes les directions. L'élévation de la surface est créée par la croissance rapide de sphaignes formatrices de buttes, suite à l'apparition de conditions ombrotrophes. Cette surface est donc très bossuée, et les tourbes supérieures consistent généralement en séquences épaisses de matière de sphaignes fibrique recouvrant des tourbes de fen mésiques à humiques. Sur le plan physionomique, ces bogs comprennent les bogs de type arbustif inférieur, à graminées et à sphaignes définis par Jeglum *et al.* (1974) pour la zone argileuse (aussi Jeglum et Cowell, 1982, pour la région de Kinosheo).

Dans ces bogs, la nappe phréatique se trouve également au-dessus de la surface des terres humides environnantes, mais en dessous de la surface du bog (de 13 à 25 cm en dessous, en moyenne) (Jeglum et Cowell, 1982). On y trouve souvent des mares, qui peuvent être réparties au hasard ou se présenter sous forme de croissants

dont l'axe le plus long suit le contour de la surface (Zoltai *et al.*, 1988b).

Les espèces caractéristiques comprennent l'épinette noire arbustive (rabougrie), le cassandre caliculé (*Chamadaphne calyculata*), le kalmia à feuilles étroites (*Kalmia angustifolia*), le lédon du Groënland (*Ledum groenlandicum*), l'andromède glauque (*Andromeda glaucophylla*), l'airelle canneberge (*Oxycoccus microcarpus*), des laîches (*Carex oligosperma*), des lichens (*Cladonia* spp.) et des sphaignes (*Sphagnum rubellum, S. nemoreum, S. pulchrum, S. magellanicum, S. fuscum*). Dans la région du lac Kinosheo, le bog du type physionomique arbustif inférieur possède la plus grande épaisseur moyenne de tourbe, qui est de 2,6 m (Jeglum et Cowell 1982). Ailleurs, cette épaisseur excède habituellement 3 m (Zoltai *et al.*, 1988b).

(Zoltai *et al.*, 1988b) fournissent une description détaillée de deux bogs bombés de la zone argileuse ontarienne.

Marais

Jeglum et Cowell (1982) ont décrit les marais de rivage de la région du lac Kinosheo. Ceux-ci sont formés de graminées relativement grandes, réparties en zones ou en plaques le long des rivières et des lacs. Ils sont influencés par les niveaux d'eau très fluctuants, qui entraînent des inondations périodiques ou prolongées par des eaux minérotrophes. La tourbe est généralement absente ou mince, et les plantes émergées sont enracinées directement dans le sol minéral. Les espèces habituelles comprennent le carex rostré (*Carex rostrata*), l'éléocharide palustre (*Eleocharis palustris*) et la potentille palustre (*Potentilla palustris*).

Bogs plats

Bien qu'ils soient surtout fréquents dans la région des terres humides du Haut-boréal, on trouve aussi les bogs plats dans la région du Boréal moyen. Zoltai *et al.* (1988b) ont décrit un bog plat limitrophe du lac Winnipeg, dans la plaine du Manitoba. Il s'agissait d'un bog du type physionomique boisé, recouvert à environ 70 pour 100 d'épinettes noires de moins de 5 m de haut. La tourbe, d'une épaisseur de 469 cm, consistait surtout en débris de *Sphagnum fuscum* (325 cm). Elle reposait sur de la tourbe de *Sphagnum-Menyanthes* (60 cm) recouvrant elle-même de la tourbe de fen. Les deux tiers supérieurs de la tourbe s'étaient formés dans des conditions ombrotrophes, ainsi que l'ont indiqué les analyses chimiques. Selon Zoltai *et al.* (1988b) cette terre humide serait apparue dans des conditions minérotrophes, d'abord sous forme de marais de prairie humide, puis de fen ouvert, pour devenir ensuite ombrotrophe et pourvue d'une végétation typique des bogs. La datation au radiocarbone des tourbes de fond indique que celles-ci ont commencé à se déposer voici quelque 4 300 ans.

Fens horizontaux

Ces fens ont une surface plate, sans relief, et la nappe phréatique s'y trouve à la surface de la tourbe ou tout près de celle-ci. Minérotrophes, ils se répartissent en fens à graminées, fens arbustifs inférieurs et fens boisés de mélèze laricins (section 3.2.2.3). Dans la région des terres humides du Boréal moyen de la zone d'étude, ils sont particulièrement bien développés dans la région limitrophe du lac Winnipeg, sur la plaine du Manitoba, ainsi que sur les vastes plaines alluviales de la rivière Moose, dans les basses-terres de la baie d'Hudson. Ces fens sont présents, de façon localisée, dans tout le Boréal moyen. Les conditions minérotrophes sont entretenues par les eaux souterraines, qui extraient des éléments nutritifs des hauteurs environnantes, ou par le contact avec des substrats riches en bases, comme dans le cas des grandes tourbières non confinées des basses-terres de la baie d'Hudson.

Au sein de la région de Kinosheo, dans les basses-terres de la baie d'Hudson, les fens à graminées sont les principaux représentants de superficies restreintes de fen horizontal (Jeglum et Cowell, 1982). On les trouve surtout le long des chenaux de drainage et sous forme de tapis flottants, dans des complexes de bog ou de fen de plus grandes dimensions. Le niveau de l'eau dépasse la surface (en moyenne de 1 cm,) et la végétation est dominée par des laîches (*Carex* spp.), des prêles fluviatiles (*Equisetum fluviatile*), des ményanthes trifoliés (*Menyanthes trifoliata*) et de la mousse (*Drepanocladus aduncus*).

Dans les fens à graminées les plus pauvres, les mousses dominantes sont du genre *Sphagnum*. La tourbe, presque entièrement formée de laîches, mesure en moyenne 170 cm d'épaisseur.

TABLEAU 3.3.5

Moyenne et amplitude de la profondeur de la nappe phréatique, de l'épaisseur et de l'humidification de la tourbe, ainsi que du pH et de la concentration de calcium des eaux souterraines selon les types physionomiques de terres humides dans la région du lac Kinosheo (d'après Jeglum et Cowell, 1982).

	Marais	Marécage de bosquet	Marécage boisé de conifères	Fen avec mares et mousse emmêlée	Fen à graminées	Fen arbustif conférieur	Fen en mélèges laucins	Fen en cèdres	Bog ouvert*	Bog arbustif inférieur	Bog boisé
Nombre de spécimens	2	2	4	4	9	6	5	4	4	8	4
LA PROFUNDEUR D'EAU											
- des niveaux hauts	6	0**	42	10	3	23	26	32	18	40	54
- des niveaux bas	-4	-1	14	0	-4	4	9	3	6	9	26
- moyenne	1	-1	28	5	-1	14	18	17	13	25	40
ÉSPAISSEUR DE LA TOURBE (M)											
moyenne	1,1	1,8	1,2	2,1	1,7	1,1	1,3	1,1	2,2	2,6	2,2
amplitude	0,3-1,7	0,7-2,9	0,7-1,8	1,2-2,6	0,7-3,5	0,7-2,2	1,1-1,7	0,9-1,3	2,0-2,4	2,2-3,0	1,4-2,8
DES EAUX SOUTERRAINES											
- pH (moyenne)	5,6	6,0	5,5	5,4	5,5	5,2	5,9	5,4	3,9	3,6	3,5
(amplitude)	5,5-5,7	5,5-6,4	3,8-6,6	3,9-7,3	3,6-6,8	3,8-6,8	5,7-6,0	4,2-6,0	3,6-4,3	3,3-3,9	3,1-3,9
- calcium (mg/l)											
(moyenne)	6,7(2)	8,7(1)	18,2(3)	7,1(4)	12,4(7)	23,9(2)	7,1(3)	4,7(4)	0,7(4)	0,7(6)	0,9(3)
(amplitude)	5,2-8,2	8,7	3,6-35,0	4,3-14,0	2,0-56,0	4,7-43,0	6,5-7,8	3,2-6,4	0,5-1,3	0,5-0,8	0,5-1,1
LA TOURBE (0-20cm)											
- degré d'humidification	5,2	4,2	4,4	1,8	2,6	2,9	2,7	3,4	2,0	2,3	2,2
- pH, la tourbe humide											
- (moyenne)	5,2	5,5	5,2	4,8	5,2	4,9	5,7	5,0	3,4	3,2	2,8
- (amplitude)	4,8-5,6	5,4-5,6	3,1-6,7	3,2-6,4	3,5-6,7	3,4-7,0	5,3-6,3	3,8-6,0	3,3-3,6	2,8-3,4	2,6-3,3
LA TOURBE (20-40cm)											
- degré d'humidification	7,3	7,2	6,6	3,1	4,8	4,2	4,0	5,8	3,6	4,3	3,8
- pH, la tourbe humide											
- (moyenne)	5,6	5,8	5,4	5,0	5,3	5,2	5,8	5,2	3,5	3,3	3,0
- (amplitude)	5,6-5,6	5,7-6,0	4,0-6,2	3,5-6,2	4,4-5,8	3,6-6,8	4,8-6,2	4,3-6,0	3,2-3,6	2,9-3,8	2,6-3,2

* comprennant les bog, de type à graminées et à sphaignes
** seulement un spécimen

Dans les fens arbustifs, les espèces habituelles d'arbustes sont *Betula pumila* et *Rhamnus alnifolia*. Le mélèze laricin (*Larix laricina*) est la principale essence des fens boisés. Des herbes comme *Scripus cespitosus*, *S. hudsonianus* et *Equisetum fluviatile* se retrouvent tant dans les fens arbustifs que dans les fens boisés (Zoltai *et al.*, 1988b). Les espèces du genre *Sphagnum* sont fréquentes dans ces fens, sous forme de buttes peu élevées et de tapis humides. On y trouve aussi d'autres mousses, des arbustes inférieurs, des laîches et des herbacées (Jeglum et Cowell, 1982; Sims *et al*; 1982b; Zoltai *et al.*, 1988b).

Dans certains fens horizontaux, une alternance de zones humides et relativement sèches forme des motifs linéaires visibles par la voie des airs (Zoltai *et al.*, 1988b). Les lignes ainsi formées s'étendent dans la direction de l'écoulement. On peut aussi trouver, dans ces fens, des îlots d'épinette noire ombrotrophes. Ceux-ci, relativement plus élevés que le reste du fen, isolent la végétation vivante des eaux souterraines minérotrophes. De longues traînées peuvent alors se former en aval de ces îlots, suite à la déflexion qu'ils font subir aux eaux souterraines.

Les conditions minérotrophes sont très variées dans les fens; elles vont des conditions du fen riche à celles du fen pauvre, qui se rapprochent des conditions ombrotrophes. Moore et Bellamy (1974) ont indiqué que la limite entre les fens riches et les fens pauvres se situe à la concentration de calcium de 18 mg/L et la limite inférieure de minérotrophie à

une concentration de 1 mg/L. D'après la teneur en calcium des eaux souterraines, les fens arbustifs inférieurs de la région de Kinosheo sont les plus minérotrophes (concentration moyenne de calcium de 23,9 mg/L), suivis des fens à graminées (moyenne de 12,4 mg/L) et des fens boisés (moyenne de 4,7 à 7,1 mg/L) (Jeglum et Cowell, 1982). Par contraste, les marécages boisés de conifères titrent en moyenne 18,2 mg/L, et les bogs, qui reçoivent tous leurs éléments nutritifs de l'atmosphère, entre 0,7 et 0,9 mg/L.

Fens côtelés

Les fens côtelés du Boréal sont des terres humides minérotrophes caractérisées par le développement de crêtes basses (de 5 à 75 cm de hauteur) et étroites (de 1 à 5 m de largeur) qu'on appelle «lanières» (Zoltai *et al.*, 1988b). Il sont particulièrement fréquents dans les régions boréales de terres humides à l'ouest de la zone d'étude. À l'intérieur de celle-ci, on en trouve au sein des régions de terres humides du Haut-boréal et du Boréal moyen, dans les zones de grandes tourbières relativement non confinées, comme sur les dépôts glaciolacustres du lac Agassiz, au Manitoba, et sur les sédiments glaciomarins des basses-terres de la baie d'Hudson. L'origine des fens côtelés n'est pas complètement élucidée. Zoltai *et al.* (1988b) ont passé en revue plusieurs concepts et repéré des paramètres communs.

Les lanières des fens côtelés sont orientées perpendiculairement à la direction de l'écoulement et peuvent former des motifs polygonaux allongés («fens réticulés») en sinuant et en se ramifiant à travers les terres humides. Plus la pente est faible, et plus les motifs tendent à devenir prononcés. C'est pourquoi ces fens sont fréquents dans les basses-terres de la baie d'Hudson. Les zones de mousse humides intermédiaires sont appelées «flarks» (Moore et Bellamy, 1970). Selon Zoltai *et al.* (1988b), les lanières agissent comme autant de petites digues empêchant le drainage, ce qui élève le niveau de l'eau dans le flark d'amont. La hauteur de l'eau dans chaque flark décroît légèrement dans la direction du bas de la pente.

La végétation des flarks présente une différence marquée avec celles des lanières. L'humidité légèrement moindre des lanières entraîne généralement le développement de fens de type arbustif inférieur ou boisé (Jeglum et Cowell, 1982). Les arbres sont généralement des mélèzes laricins, mais le thuya occidental (*Thuja occidentalis*) devient plus prédominant dans les fens côtelés du sud du Boréal moyen. Les arbustes sont le plus souvent des saules (*Salix* spp.), du *Betula pumila* et de l'*Andromeda glaucophylla*. Les flarks humides («tapis de mousse de mares de fens» de Jeglum et Cowell 1982) sont dominés par des mousses telles que *Scorpidium scorpioides* et *Drepanocladus* spp. ainsi que *Carex* spp., *Scirpus* spp., *Menyanthes trifoliata* et *Utricularia* spp. (utriculaires). Les tapis de mousse sont généralement très humides et peuvent former une surface flottante. Dans la région du lac Kinosheo, la nappe phréatique s'y trouve en moyenne à 5 cm au-dessus de la surface de la mousse.

La tourbe de ces fens est le plus souvent mésique. La couche supérieure des lanières peut toutefois êtres fibrique, particulièrement dans les fens pauvres où dominent *Sphagnum* spp. L'épaisseur de la tourbe est généralement supérieure à 1 m (Zoltai *et al.*, 1988b).

Marécages boisés de conifères

Les marécages boisés de conifères sont des terres humides minérotrophes. Bien qu'ils forment le plus souvent des tourbières, leur état varie de celui d'un sol minéral (c.-à-d. possédant moins de 40 cm de tourbe) à celui d'une tourbière possédant jusqu'à 2 m de tourbe. Dans les basses-terres de la baie d'Hudson, on les rencontre surtout le long des cours d'eau, où ils se forment au sommet de basses levées alluviales, ou sur le revers de hautes levées alluviales, entre le sommet et le bog. Ils subissent alors une inondation caractéristique par les eaux minérotrophes des cours d'eau. Dans la zone argileuse de l'Ontario et du Québec, les marécages boisés de conifères forment de grandes surfaces de tourbière et peuvent comporter des forêts productives d'épinette noire.

Jeglum et Cowell (1982) ont décrit le marécage boisé de conifères typique de la région du lac Kinosheo, dans les basses-terres de la baie d'Hudson. Ce type de marécage forme une forêt de terres humides à couvert modérément fermé. L'épinette noire y est l'essence dominante, bien qu'on y trouve aussi de l'épinette blanche (*Picea glauca*) et du sapin baumier (*Abies balsamea*), qui dominent occasionnellement. La productivité de ces forêts varie d'importante à faible. La couverture végétale se compose surtout de mousses autres que les sphaignes, comme les hypnacées (*Hylocomium*

splendens et *Pleurozium schreberi*) et de mousse fougère commune (*Thuidium delicatulum*).

Ces terres humides se caractérisent par une surface très inégale consistant en puits et en chenaux formés en grande partie par des arbres qui se sont abattus. La nappe phréatique est exposée dans les puits, et sa profondeur moyenne est de 28 cm. L'épaisseur de la tourbe est très variable dans ces marécages, entre 70 et 180 cm, et mesure en moyenne 120 cm (tableau 3.3.5).

Jeglum et Cowell (1982) ont observé que le marécage boisé de conifères est le type de terre humide qui forme les «îlots d'épinette noire» (v. Sjörs, 1961 et 1963) dans cette partie des basses-terres. Dans la région du lac Kenosheo, ces îlots se forment dans les fens ouverts et occupent des secteurs élevés du sol minéral, soit sur les parties les plus hautes de crêtes de plage soulevées ou, plus probablement, sur des formations glaciaires modifiées par les vagues, comme les drumlins (Cowell *et al.*, 1978). Dans le Haut-boréal et le Bas-subarctique, les îlots d'épinette noire qu'on trouve dans de grands fens horizontaux, pourvus de «traînées» de bog ombrotrophe dirigées dans le sens de l'écoulement des eaux souterraines, sont surtout des associations de bogs boisés.

3.3.2.4 TOPOSÉQUENCE DU BORÉAL MOYEN

Le schéma de toposéquence de la figure 3.3.2 illustre les rapports entre les sols, les formes de terrain et les types physionomiques de terres humides de la zone argileuse du Boréal moyen. Une hauteur (à l'extrême droite) se transforme, sur la pente descendante, en marécage boisé de conifères (trois types physionomiques déterminés par Jeglum *et al.*, 1974), en bog plat et, dans la partie la plus basse du paysage, en bog bombé. Les sols varient de la façon suivante : sur la hauteur, des podzols reposant sur du matériau à texture grossière et des luvisols recouvrant des argiles et des limons; du milieu au bas de la pente, des podzols ou des luvisols gleyifiés (qui n'apparaissent pas); sur le bas de la pente, des gleysols; au pied de la pente, des sols organiques. La couverture de tourbe peut atteindre 6 m ou plus dans les dépressions.

3.3.3 RÉGION DES TERRES HUMIDES DU BAS-BORÉAL

3.3.3.1 MILIEU

Physiographie

La région des terres humides du Bas-boréal longe la frontière méridionale de la zone d'étude en Ontario et dans l'ouest du Québec (carte 3.1.1). Elle est particulièrement bien représentée dans le nord-ouest de l'Ontario, où elle comprend l'extrémité méridionale de la division physiographique du bas-plateau de la Severn et toute la division des collines de Port Artur (section 2.5.2). Dans l'ouest du Québec, elle correspond à la partie orientale du bas-plateau d'Abitibi.

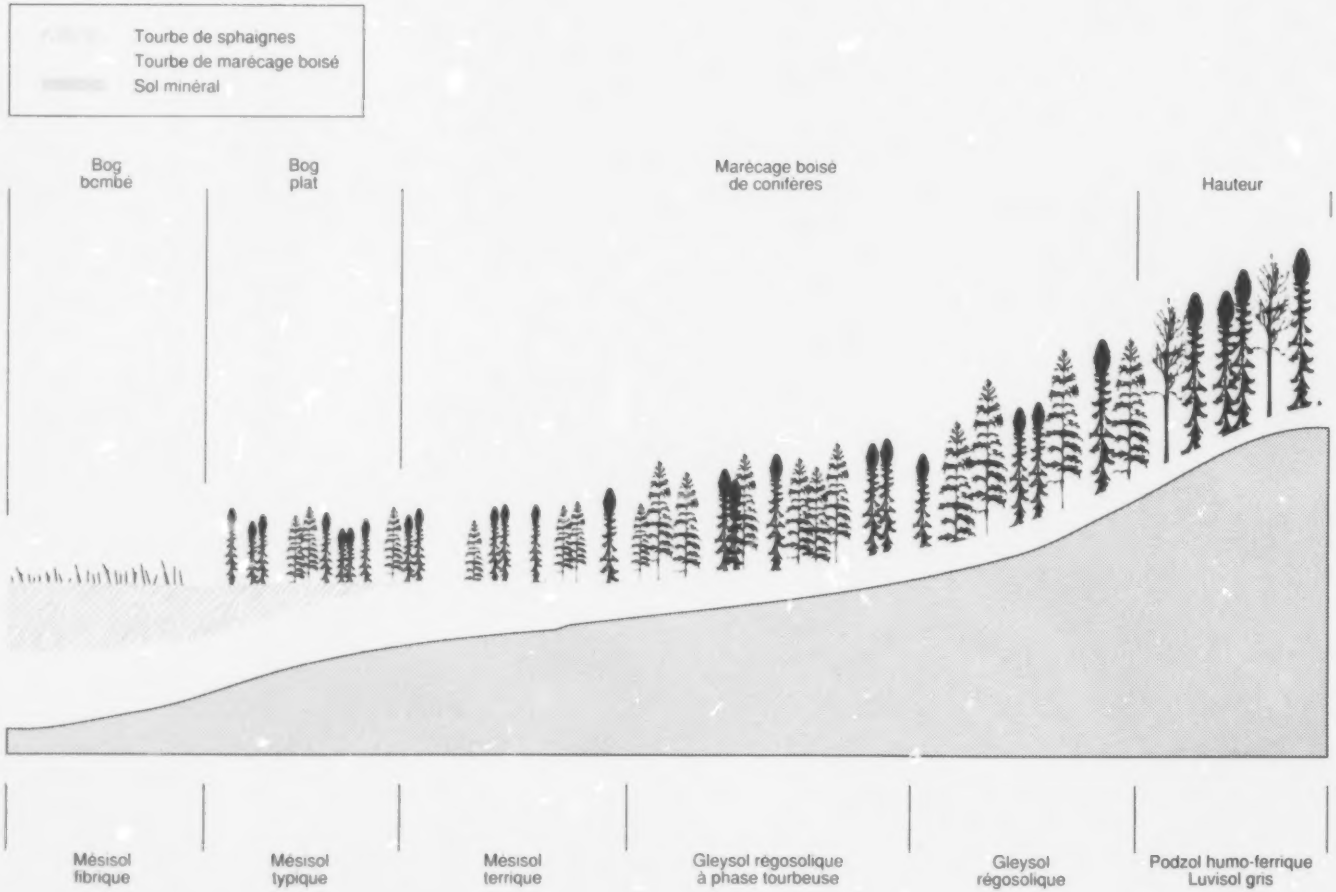
Les altitudes maximales, dans cette région, sont d'environ 460 m. Il s'agit de l'altitude de la ligne de faîte séparant le bassin hydrographique de la baie d'Hudson de celui des grands lacs et du Saint-Laurent, ainsi que la plus haute altitude des crêtes et des promontoires de la rive nord-ouest du lac Supérieur (collines de Port Arthur, Bostock, 1970). La géologie des collines de Port Arthur est tout à fait distincte de l'archétype du Bouclier canadien (section 2.5.3). Des roches sédimentaires horizontales recouvertes de couches résistantes de roches basaltiques («sous-couches» ignées) forment une topographie de mesa comportant des falaises et des escarpements abrupts, fréquente dans la région entourant Thunder Bay, en Ontario.

Le prolongement occidental de la région du Bas-boréal, dans le sud-est du Manitoba, se caractérise par une plaine plate à faiblement ondulée qui descend en pente vers l'ouest. Cette plaine se compose surtout d'argiles glaciolacustres du lac glaciaire Agassiz ainsi que de dépôts alluviaux à grain fin. C'est ce qui explique que d'importantes terres humides s'y soient formées. Cet endroit possède la plus grande proportion de terres humides du Bas-boréal dans la zone d'étude.

À l'est et au nord de Kenora, le terrain devient plus typique du bouclier, comportant de grandes étendues de roche de fond exposée. La topographie est faiblement à modérément irrégulière, et on y trouve des matériaux morainiques peu épais consistant en sables loameux à limoneux, mélangés à de gros rochers (Wickware et Rubec, 1988). Au sud-est du lac des Bois, des plaines d'argile

FIGURE 3.3.2

Toposéquence de la région des terres humides du Boréal moyen. Toposéquence illustrant les rapports entre les sols, la physionomie des terres humides et les formes de terrain de la plaine glaciolacustre de la zone argileuse, dans le nord-est de l'Ontario et l'ouest du Québec (d'après Jeglum *et al.*, 1982, avec modifications)



représentent des dépôts du lac glaciaire Agassiz.

La moitié orientale de cette région de terres humides, dans le nord-ouest de l'Ontario, varie du terrain modérément irrégulier du bouclier à la topographie fortement irrégulière des mesas environnant Thunder Bay. Les matériaux superficiels sont généralement de minces dépôts morainiques sableux sur les hauteurs, et l'on trouve d'épais dépôts glaciolacustres d'argile limoneuse dans les basses-terres bordant le rivage occidental du lac Supérieur. Ceux-ci ont été déposés par un lac postglaciaire qui occupait le bassin du lac Supérieur. À l'ouest du lac Nipigon et au nord-ouest de Thunder Bay se trouvent de grandes plaines formées de sables et de gravier d'épandage, occasionnellement interrompues par des buttes rocheuses. L'érosion éolienne a entraîné la formation de grands champs de dunes sur ces plaines (Wickware et Rubec, 1983).

Climat

Dans la zone d'étude, la région des terres humides du Bas-boréal est représentée au Québec. Elle s'étend également des rivages nord-ouest du lac Supérieur jusqu'à la frontière du Manitoba, où elle pénètre tout juste. Le courant aérien arctique domine pendant six mois ou moins dans la région du Bas-boréal (Bryson et Hare, 1974). Des incursions fréquentes de masses d'air des tropiques et du Pacifique exercent aussi une influence sur la région. Les statistiques climatologiques sont résumées sur le tableau 3.3.6.

De façon générale, le climat de l'est contraste avec celui de l'ouest. La région située au nord-ouest du lac Supérieur (représentée par la station climatologique de Kenora, section 2.3) jouit d'un climat continental. Par exemple, la précipitation hivernale y est faible (hauteur de neige fraîche de 117 à 238 cm), alors que la précipitation estivale est plus élevée. La précipitation totale dans l'ouest est inférieure à celle du Québec, où elle atteint un maximum; il en va de même pour la hauteur de neige fraîche (1 000 et 352 cm respectivement à Chibougamau). Il existe toutefois une zone de précipitations neigeuses sur la rive nord-est du lac Supérieur, juste à l'extérieur de la zone d'étude.

Dans la partie québécoise, les températures moyennes de juillet sont plus fraîches, ce qui contribue à réduire les températures moyennes annuelles. Le nombre de degrés-jours est aussi différent.

TABLEAU 3.3.6

Statistiques climatologiques de la Région des Terres Humides du Bas-boréal*

ÉLÉMENT CLIMATOLOGIQUE		Moyenne	Amplitude
Insolation effective (heures)**		1 921	1 738 à 2 203
Précipitation (mm)	- annuelle	772	573 à 1 000
Hauteur de neige (cm)	- annuelle	232	117 à 352
Température (°C)	- annuelle	1,3	-0,9 à 2,5
	- janvier	-17,8	-15,4 à -20,1
	- juillet	17,5	15,6 à 19,2
Degrés-jours de croissance (°C)		1 418	1 132 à 1 733
Saison de croissance (jours)		144	128 à 165
Jours sans gel		157	145 à 177

* Statistiques compilées pour la période de 1951 à 1980 d'après les observations effectuées dans trois stations de la région du Bas-subarctique de la zone d'étude des terres humides du Nord.

** D'après les observations effectuées dans une seule station.

Végétation, sols et faune

La région des terres humides du Bas-boréal comprend une partie de certaines sections de la région forestière boréale, à savoir celle du lac Supérieur et celles du bas et du haut de la rivière des Anglais. Elle contient également toute la section forestière de Quetico, dans la région forestière des Grands Lacs et du Saint-Laurent (Rowe, 1972, section 2.8). Cette région possède l'association d'essences d'arbres la plus diversifiée qui soit dans la zone d'étude. Les jeunes forêts se caractérisent par des espèces feuillues, comme le peuplier faux-tremble (*Populus tremuloides*) et le bouleau à papier (*Betula papyrifera*). Dans cette région, les forêts de conifères composées d'épinette blanche (*Picea glauca*), d'épinette noire (*P. mariana*), de sapin baumier (*Abies balsamea*) et de pin blanc (*Pinus strobus*) représentent des stades ultérieurs de succession (Groupe de travail sur les écorégions, 1989). Dans les endroits secs, on trouve du pin gris (*Pinus banksiana*), du pin rouge (*P. resinosa*) et du bouleau à papier, alors que les endroits plus humides se caractérisent par la présence d'épinette noire, d'épinette blanche, de sapin baumier, de mélèze laricin (*Larix laricina*), de thuya occidental (*Thuja occidentalis*) et de saules (*Salix* spp.). Dans les parties les plus occidentales de la région poussent le

frêne noir (*Fraxinus nigra*), le frêne vert (*F. pennsylvanica*), le chêne à gros fruits (*Quercus macrocarpa*) et l'orme d'Amérique (*Ulmus americana*).

Les sols dominants sont les podzols humo-ferriques et les brunisols dystriques à proximité de Thunder Bay et dans la partie québécoise. On trouve des brunisols eutriques et dystriques ainsi que des luvisols gris dans l'ouest, où les sédiments tendent à avoir une texture plus fine témoignant de l'influence du lac glaciaire Agassiz. Les sols gleysoliques et organiques sont fréquents dans les zones basses où le drainage des argiles est le plus pauvre.

La faune caractéristique de cette région de terres humides comprend l'orignal, l'ours noir, le loup ordinaire de l'est, le loup-cervier, le cerf à queue blanche (dans l'est), la marmotte commune (dans l'ouest), le lièvre d'Amérique, le bec-scie couronné, le canard noir, le canard branchu et le grand pic (Groupe de travail sur les écorégions, 1989).

3.3.3.2 CARACTÉRISTIQUES DES TERRES HUMIDES

La fréquence et les caractéristiques des terres humides, dans la région du Bas-boréal de la zone d'étude, se répartissent selon deux zones principales (tableau 3.3.7). Les plaines glaciolacustres horizontales à faiblement irrégulières qui entourent le lac des Bois réunissent les plus importantes superficies de terres humides de cette région. Celles-ci occupent au moins 26 pour 100 de sa surface; on en trouve jusqu'à 75 pour 100 à l'ouest du lac, et entre 50 et 75 pour 100 au sud-ouest.

La station de recherche de la région des lacs expérimentaux (Kenora) se trouve dans la zone où, selon la carte, les terres humides occupent entre 26 et 50 pour cent de la surface (Groupe de travail national sur les terres humides, 1986). La proportion réelle de terres humides dans cette zone est en fait inférieure à 10 pour cent de la superficie totale (Rubec, 1976). La région des lacs expérimentaux se trouve dans la partie essentiellement lithodépendante du Bas-boréal, où des terres humides isolées occupent entre 6 et 25 pour 100 du paysage.

L'épaisseur moyenne de la tourbe est de 500 cm dans l'ensemble du Bas-boréal, mais elle peut atteindre 1 000 cm ou plus dans certains bogs de bassin (Wickware et Rubec, 1988).

Rubec (1976) et Wickware (1977) ont étudié les terres humides de la région des lacs expérimentaux. Celle-ci est essentiellement lithodépendante. On y trouve des matériaux morainiques grossiers sur les hauteurs, et les dépôts glaciolacustres sont confinés dans les dépressions. Les terres humides de cette région consistent principalement en bogs de bassin (bogs boisés); on y trouve également une proportion réduite de fens de bassin (fens à graminées).

Graham et Tibbets (1965) et Graham (1979) ont présenté une description détaillée de certains dépôts de tourbe dans le nord-ouest de l'Ontario, notamment dans la région des terres humides du Bas-boréal. Cette étude avait pour objet d'évaluer les propriétés de la tourbe et d'en déterminer les quantités ayant un usage commercial, c'est-à-dire comme tourbe combustible ou horticole. On a étudié les terres humides de la région des lacs expérimentaux afin de déterminer les processus et les caractéristiques de ce type de terres relativement en matière de rétention et de dégagement de souffre (Bayley *et al.*, 1986). Ces études avaient pour but de déterminer les effets écologiques des dépôts acides sur les tourbières.

3.3.3.3 TYPES DE TERRES HUMIDES

Les terres humides de la région du Bas-boréal sont surtout des bogs bombés, des bogs de bassin, des fens de bassin, des marécages boisés de conifères (où dominant le thuya occidental ou l'épinette noire) et des marécages boisés de feuillus (Zoltai *et al.*, 1988b). Le tableau 3.3.8 contient des données sur l'épaisseur de la tourbe et la chimie des eaux souterraines dans quatre types physionomiques de terres humides représentant 27 emplacements au sein de la région des lacs expérimentaux.

Marécages boisés de feuillus

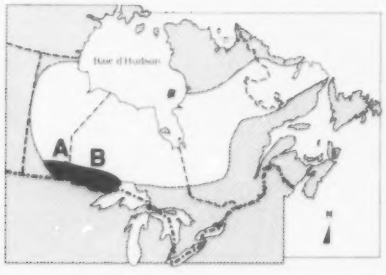
Les marécages boisés de feuillus sont des terres humides minérotrophes. Les plus septentrionaux d'entre eux se trouvent dans la région des terres humides du Bas-boréal, où ils se forment sur les lits d'inondation fluviaux et dans les dépressions peu profondes au drainage modérément pauvre, à fond de limons et d'argiles glaciolacustres. Les marécages boisés de feuillus peuvent comporter jusqu'à 2 m de tourbe (Zoltai *et al.*, 1988b), mais

TABLEAU 3.3.7

Caractéristiques des terres humides de la région du Bas-boréal

	BOUCLIER CANADIEN	
	Glaciolacustre (A)	Moraine de fond ou roche de fond (B)
TYPES DE TERRES HUMIDES	Bog de bassin, fen de bassin, bog bombé	Bog de bassin, fen de bassin, marécage à feuillus, marécage à conifères
RÉPARTITION DES TERRES HUMIDES (%)	de 26 à 100	de 6 à 25
MORPHOLOGIE/PENTE	plat/horizontal à faiblement incliné, confiné	plat/confiné
ÉPAISSEUR DE TOURBE (cm)	500 (en moyenne)	500 (en moyenne)
DÉCOMPOSITION	mésique	mésique et humique
SOLS DES TERRES HUMIDES	Gleysol régosolique à phase tourbeuse Mésisol typique	Mésisol typique Humisol mésique
PEDOCLIMAT (TEMP./HUMIDITÉ)	Cryoboréal modérément froid/ humide à subaquique	Cryoboréal frais a modérément frais/ humide à subhumide
TEMPÉRATURE MOYENNE ANNUELLE DU SOL (°C)	-	de 5,2 à 7,4
SUPERFICIE OCCUPÉE PAR LES EAUX (%)	de 5,2 à 10	-

SOURCES
Groupe de travail national sur les terres humides, 1986; Rubec 1976; Wickware et Rubec, 1988; Young et Judge, 1985; Zoltai *et al.*, 1988b



l'accumulation de celle-ci n'y est pas favorisée, en raison de la décomposition rapide qui résulte de températures relativement chaudes et d'un drainage relativement bon.

L'essence dominante des marécages boisés de feuillus est le frêne noir (*Fraxinus nigra*), qui peut atteindre 30 m de hauteur (Zoltai *et al.*, 1988b). On peut aussi y trouver de l'orme d'Amérique (*Ulmus americana*), de l'épinette blanche (*Picea glauca*), du sapin baumier (*Abies balsamea*) et du bouleau à papier (*Betula papyrifera*). La végétation de l'étage dominé, qui comprend des arbustes, des herbes, des fougères et des mousses, est variée et luxuriante.

Zoltai *et al.* (1988b) ont décrit un marécage boisé de frênes noirs situé dans le sud-ouest du Manitoba. La tourbe, qui mesurait à cet endroit 114 cm d'épaisseur, consistait en un coussin de racines fibreux de 7 cm recouvrant une tourbe de forêt bien décomposée. Les niveaux d'éléments nutritifs étaient très élevés, contribuant à une croissance luxuriante de la flore. La nappe phréatique se trouvait à 4 cm sous la surface.

Bogs de bassin

Rubec (1976) a décrit les sols et la chimie des eaux de plusieurs bogs de bassin situés dans la région des lacs expérimentaux, près de Kenora, en Ontario. Il s'agissait surtout de bogs boisés, mais il s'y trouvait un nombre réduit de bogs ouverts. Les sols étaient essentiellement du mésisol typique ou de l'humisol terrique.

La profondeur de la nappe phréatique était en moyenne de 35 cm et variait entre 20 et 60 cm (en 11 endroits). L'épaisseur de la tourbe variait de 1 à 6 m, atteignant en moyenne 268 cm (tableau 3.3.8). Cette tourbe se composait essentiellement de mousse de sphaignes modérément à bien décomposée, et comportait une mince strate supérieure fibrique. Les températures du sol enregistrées dans les terres humides indiquaient une variation, de la surface vers le bas, du régime de température. Les températures des 35 cm supérieurs variaient entre 12 et 18 °C, et les températures mesurées sous la surface entre 8 °C (à 220 cm) et 15 °C (à 80 cm). La température de la surface d'un fen de bassin (fen flottant à graminées en bordure d'un lac) était de 22 °C; à 160 cm, elle s'abaissait à 13 °C. La température de la surface était influencée par le réchauffement de l'eau peu profonde du lac.

Le bog boisé forme le principal type physionomique, suivi du bog arbustif inférieur et du bog à graminées. Les espèces dominantes, dans les bogs boisés, comprennent l'épinette noire (*Picea mariana*), le cassandre caliculé (*Chamaedaphne*

TABLEAU 3.3.8

Moyennes et écarts types des bogs (bogs de basin), des fens (fens de bassin), des marais et des marécages boisés de conifères dans la région des lacs expérimentaux, près de Kenora, en Ontario.

PARAMETRE	Bog de bassin	Fen de bassin	Marais	Marécage boisés de conifères
Nombre de spécimens	18	3	4	2
Conductivité (µmhos)	40,1 (15,3)	45,0 (19,07)	60,98 (61,02)	29,0 (0,57)
pH	3,9 (0,29)	4,9 (0,89)	5,68 (1,09)	4,9 (0,35)
Épaisseur de tourbe (cm)	268,30 (180,96)	71,67 (67,88)	112,00 (9,34)	63,5 (61,52)
Principaux ions:				
Ca^{++} (mg/L)	1,33 (0,64)	4,21 (3,12)	7,58 (8,28)	3,74 (0,75)
Mg^{++} (mg/L)	0,55 (0,14)	1,58 (1,17)	2,70 (3,00)	0,95 (0,11)
Na^{+} (mg/L)	1,21 (0,52)	2,25 (1,33)	1,79 (0,99)	2,25 (1,36)
K^{+} (mg/L)	1,67 (1,56)	1,05 (0,51)	0,61 (0,50)	0,95 (1,22)
Fe^{++} (mg/L)	0,61 (0,35)	1,73 (2,07)	0,23 (0,21)	0,73 (0,11)
Cl^{-} (mg/L)	1,18 (0,31)	1,13 (1,03)	1,20 (0,43)	2,50 (2,12)
SO_4 (mg/L)	7,68 (2,29)	10,47 (6,79)	5,45 (3,28)	8,5 (0,71)
Si (mg/L)	4,58 (2,98)	5,38 (4,49)	5,67 (3,67)	9,21 (5,23)

SOURCES: Wickware, 1977; Rubec, 1976

calyculata), le lédon du Groënland (*Ledum groenlandicum*), le kalmia à feuilles d'andromède (*Kalmia polifolia*) et les mousses (*Sphagnum angustifolium, S. fallax, S. magellanicum* et *Pleurozium schreberi*). Les bogs arbustifs inférieurs se caractérisent par la présence de cassandre caliculé, de myrique baumier (*Myrica gale*), d'andromède glauque (*Andromeda glaucophylla*), de laîches (*Carex rostrata* et *C. oligosperma*), de *S. magellanicum* et de *S. angustifolium* (Wickware, 1977).

Fens de bassin

Wickware (1977) a décrit trois fens de basin à faibles niveaux d'éléments nutritifs et de pH (fen pauvre, tableau 3.3.8) dans la région des lacs expérimentaux. La végétation caractéristique comprenait du myrique baumier, du cassandre caliculé, des laîches (*Carex* spp.), du *S. fallax* et du *S. girgensohnii*. La tourbe n'avait en moyenne que 72 cm d'épaisseur (tableau 3.3.8).

3.3.3.4 TOPOSÉQUENCE DU BAS-BORÉAL

La figure 3.3.3 illustre les rapports entre les formes de terrain, les sols et les types de terres humides sur le terrain à moraine de fond lithodépendant caractéristique de la zone de recherche de la région des lacs expérimentaux. Les terres humides sont surtout des bogs de bassin et des fens de bassin formés par le colmatage des dépressions et des lacs. Le niveau d'éléments nutritifs tend à être bas dans la plupart des terres humides. Les fens ont fréquemment des pH peu élevés et l'on trouve généralement des *Sphagnum* spp. dans le sol. Les bogs de bassin sont dominés par des tourbes de sphaignes indiquant l'existence antérieure de conditions ombrotrophes tout au long de l'évolution de la terre humide. Les fens de bassin se forment par le comblement des lacs. On peut les observer à tous les stades, y compris celui des bordures de fen flottantes (figure 3.3.3) et celui du comblement complet. Les apports minérotrophes dont bénéficient ces terres humides sont vraisemblablement dérivés de dépôts localisés d'argile glaciolacustre dans le bassin, ou proviennent d'eau courante enrichie en amont par ces dépôts.

L'image 3.3.1 représente une portion du Bas-boréal à proximité de Kenora, en Ontario. Elle montre le drainage médiocrement organisé typique du terrain du Bouclier. Les lacs occupent des dépressions lithodépendantes qu'a accentuées l'érosion glaciaire. Les terres humides de la plus grande partie de cette région occupent de petites dépressions et ne sont donc pas visibles à cette échelle. Les tourbières étendues typiques des dépôts glaciolacustres du Bas-boréal sont visibles dans l'angle inférieur gauche de l'image.

3.3.4 RÉGION DES TERRES HUMIDES DU BORÉAL ATLANTIQUE

3.3.4.1 MILIEU

Physiographie

Dans la zone d'étude, la région des terres humides du Boréal atlantique occupe virtuellement tout le Labrador, ainsi qu'une grande partie du centre-est du Québec (carte 3.1.1). Elle comprend la station de recherche de Schefferville, située à sa limite septentrionale, où commence la région des terres humides du Bas-subarctique.

Le Boréal atlantique occupe des portions de trois régions physiographiques (régions de James et de Davis, et région laurentienne), englobant en tout ou en partie neuf divisions (section 2.5.2). La physiographie de la région des terres humides du Boréal atlantique, très complexe, réunit des bas-plateaux, des plateaux, des collines, des plaines et des basses-terres.

Malgré la complexité de sa physiographie, entre 80 et 90 pour 100 de la région du Boréal atlantique se caractérisent par des plateaux lithodépendants. Les plateaux des Lacs et de la Caniapiscau, dans la région physiographique de James, forment la plus grande partie de cette région de terres humides au Québec. Au Labrador, celle-ci se compose surtout du plateau des Lacs, du plateau de la George (région de Davis) et des plateaux de Hamilton et de la Mécatina, dans la région physiographique laurentienne. L'altitude moyenne de la surface des plateaux, dans cette région, est de 300 m pour celui de la Mécatina, dans l'est du Labrador, de 600 m pour celui de la George, dans le centre-nord du Labrador, et de 760 à 910 m pour ceux de la Caniapiscau et des Lacs, dans l'ouest du Labrador et au Québec (Bostock, 1970).

FIGURE 3.3.3

Toposéquence de la région des terres humides du Bas-boréal illustrant les rapports entre les sols, les types de terres humides et les formes de terrain sur la topographie lithodépendante de la zone de recherche de la région des lacs expérimentaux.

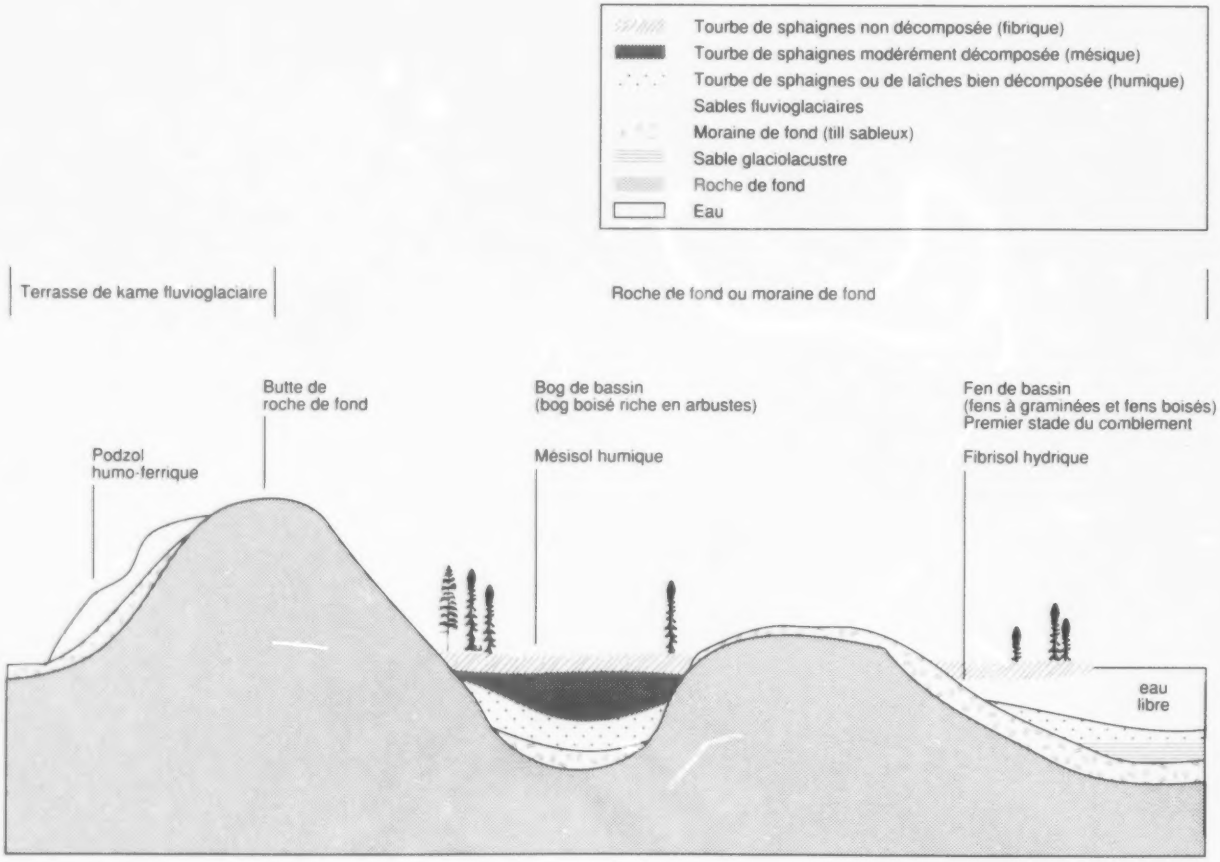
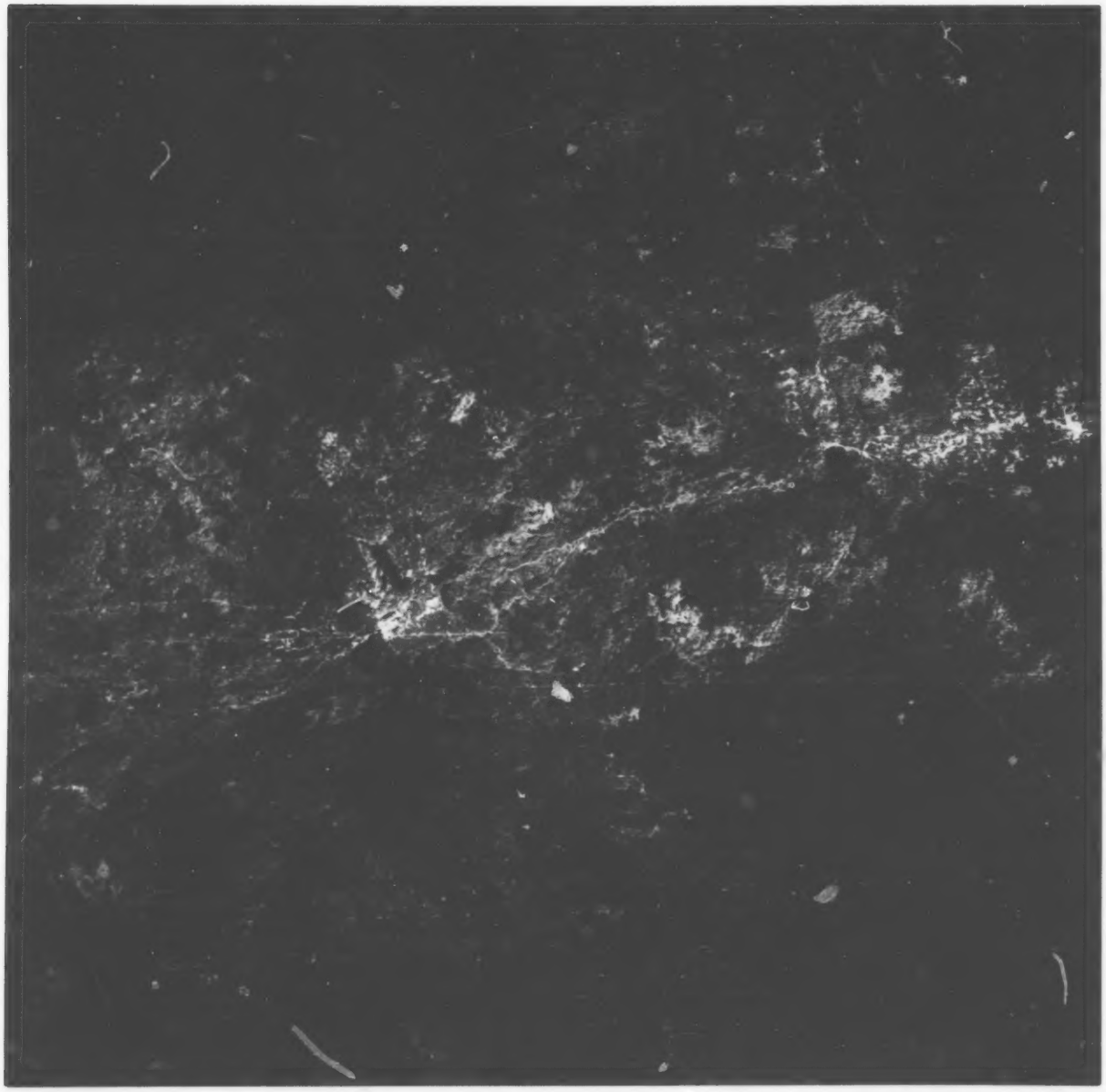


IMAGE 3.3.1

Image Landsat multispectrale (bandes 4, 5 et 7) de la région des terres humides du Bas-boréal, à proximité de Kenora, en Ontario. Le grand lac, dans la portion du centre-sud de l'image, est le lac des Bois, sur la rive nord duquel est située la ville de Kenora (ton clair, juste à gauche du centre). Les plaines glaciolacustres du lac glaciaire Agassiz se trouvent dans l'angle sud-ouest (Manitoba et Minnesota) et à l'est du centre. Dryden, en Ontario, se trouve sur la plaine, juste à l'est de l'image. Celle-ci a été enregistrée le 24 novembre 1975, à l'échelle de 1/1 000 000.



La topographie des plateaux varie d'une surface valonnée et faiblement ondulée (plateaux des Lacs et de la George) à des collines accidentées coupées par des failles profondes (plateau de la Caniapiscau). Le plateau et le bas-plateau de Hamilton traversent le centre du Labrador du nord-est au sud-ouest. Bostock (1970) décrit ces deux divisions comme une région de terrain irrégulier. Le bas-plateau consiste en collines accidentées atteignant 760 m d'altitude et s'élevant entre 150 et 300 m au-dessus de la surface environnante du plateau, couverte d'une couche modérée à épaisse de matériaux morainiques. À l'est, le plateau de Hamilton consiste en une surface faiblement ondulée, couverte de dépôts glaciaires.

Au cours de la glaciation du Wisconsin, les régions de hauts-plateaux, dans les parties centrale et occidentale du Boréal atlantique, ont servi de centre d'accumulation de la glace et de déglaciation au glacier des Laurentides (Bryson *et al.*, 1969; Bird, 1972). La surface des plateaux, a été durement érodée au cours de la période d'accumulation de la glace et de progression glaciaire. Les matériaux produits par cette érosion ont été transportés vers le front du glacier et déposés dans le sud de l'Ontario et du Québec. La glace a stagné au cours du Wisconsin tardif, puis elle a reculé vers les plateaux de la région des terres humides du Boréal atlantique, qui sont devenus un centre de déglaciation. Au cours de cette phase tardive de l'évolution du glacier des Laurentides, les matériaux produits par l'érosion se sont déposés localement sur les plateaux et à leur périphérie immédiate. Ainsi, bien que la plus grande surface du Bouclier, au Québec, ne comporte que des dépôts glaciaires minces à inexistants, on trouve dans les régions basses, entre les collines et les plaines rocheuses du sud du Labrador et du centre-est du Québec, d'importants dépôts de matériaux glaciaires.

Ces matériaux, qui varient en épaisseur, vont du till de fond compact à drumlins au till d'ablation sableux et aux dépôts d'épandage. Gilbert *et al.* (1985) ont signalé des dépôts morainiques glaciaires d'une épaisseur de 70 m ou plus sur le plateau des Lacs. Lopoukhine *et al.* (1978) ont aussi décrit d'importantes plaines de till à drumlins comportant des formes de terrain fluvioglaciaires (kames et eskers) dans plusieurs des vallées. Ces plaines de till sont souvent associées à un important développement de terres humides dans la région du Boréal atlantique. Les plaines de till à drumlins sont particulièrement favorables à la formation de terres humides, car elles consistent en till compact qui restreint le drainage vertical et en drumlins qui nuisent à l'écoulement de surface.

Climat

Le Boréal atlantique possède le climat le plus rigoureux des régions de terres humides boréales (tableau 3.3.9). En comparaison avec la région du Haut-boréal, ses températures moyennes annuelles sont plus basses, ses températures estivales plus fraîches, sa saison de croissance plus courte et ses heures d'insolation effective plus réduites. Ces caractéristiques sont en partie attribuables à la domination des courants aériens arctiques plus longue dans l'est que dans l'ouest. Elles sont aussi dues à l'élévation du relief en direction du sud, depuis la baie d'Ungava jusqu'à la région du nord du fleuve Saint-Laurent, qui neutralise tout effet de réchauffement des latitudes plus méridionales.

La précipitation annuelle totale est supérieure à celle des régions de terres humides du Haut-boréal ou du Boréal moyen, et les précipitations neigeuses sont très importantes. Au printemps, la fonte de l'épaisse couche de neige retarde le réchauffement et contribue au niveau plus bas de la température moyenne annuelle de la région. En été, les pluies sont souvent fortes, et les orages électriques sont courants. À cette époque, la présence d'air chaud et humide ainsi que l'activité frontale qui y est associée sont plus fréquents.

TABLEAU 3.3.9

Statistiques climatologiques de la Région des Terres Humides du Boréal Atlantique*

ÉLÉMENT CLIMATOLOGIQUE		Moyenne	Amplitude
Insolation effective (heures)**		1 534	1 497 à 1 572
Précipitation (mm)	- annuelle	752	595 à 963
Hauteur de neige (cm)	- annuelle	348	244 à 481
Température (°C)	- annuelle	-3,8	0,0 à -5,4
	- janvier	-21,4	-16,4 à -23,9
	- juillet	13,4	11,5 à 15,8
Degrés-jours de croissance (°C)		685	485 à 1 022
Saison de croissance (jours)		107	94 à 135
Jours sans gel		119	99 à 123

* Statistiques compilées pour la période de 1951 à 1980 d'après les observations effectuées dans trois stations de la région du Boréal atlantique de la zone d'étude des terres humides du Nord.

** D'après les observations effectuées dans quatre stations.

Goose Bay, située très près de l'eau, est soumise à des températures plus chaudes, à une saison de croissance plus longue, à davantage de degrés-jours de croissance et à plus de précipitations que Schefferville. Celle-ci se trouve dans la partie septentrionale de la région, à la frontière du Haut-subarctique.

Végétation, sols, pergélisol et faune

La région des terres humides du Boréal atlantique correspond à deux sections de la région forestière boréale définies par Rowe (1972, section 2.8), celle de la transition du nord-est et celle des pays nus de Terre-Neuve et du Labrador. Hare (1959) a classé les portions centrale et occidentale parmi les forêts boréales ouvertes, et la portion orientale parmi les forêts pauvres d'épinettes et de sapins. La végétation des terres surélevées, dans la plus grande partie de cette région de terres humides, est essentiellement la même que celle du Bas-subarctique, décrite à la section 3.2.2.1. L'extrémité septentrionale de cette région, le long de la frontière entre le Québec et le Labrador, est identique à celle du Haut-subarctique, décrite à la section 3.2.1.1. À proximité du lac Melville et de Goose Bay, au Labrador, le sapin baumier (*Abies balsamea*) et le bouleau à papier (*Betula papyrifera*) apparaissent comme essences mineures parmi les forêts-lichens où domine l'épinette noire (*Picea mariana*).

Dans le sud et le centre du Labrador ainsi que dans l'est du Québec, les sols sont surtout des podzols humo-ferriques et ferro-humiques formés sur des dépôts de moraine de fond, des dépôts d'épandage et des dépôts marins grossiers. Des couches dures résultant de la cimentation des matériaux du sol par des substances organiques (couches d'«orstein») sont fréquentes dans ces sols (Lopoukhine *et al.*, 1978). De telles couches rendent souvent le sol imperméable même s'il se compose de matériaux à texture grossière. Sur de grandes surfaces, le drainage limité de ces podzols peut entraîner l'apparition ou l'expansion des conditions favorables aux terres humides. Dans le nord ou à grande altitude, on trouve des cryosols brunisoliques et des brunisols dystriques ou eutriques (Lopoukhine *et al.*, 1978). Les sols organiques sont surtout des fibrisols et des mésisols terriques dans les basses-terres ainsi que sur les dépôts morainiques et marins au drainage pauvre. Les gleysols sont fréquents en bordure des dépôts organiques, dans les dépressions peu profondes et le long des pentes d'infiltration (Lopoukhine *et al.*, 1978).

La région des terres humides du Boréal atlantique se trouve presque entièrement dans la zone de pergélisol sporadique. Toutefois, l'extrémité septentrionale de cette région, à proximité de Schefferville, appartient à la zone de pergélisol étendu. Cette démarcation correspond à peu près à la limite entre les régions de terres humides du Boréal atlantique et du Haut-subarctique. À proximité de Schefferville, le pergélisol est discontinu, il atteint cependant jusqu'à 125 m d'épaisseur lorsqu'il est présent; les températures du sol varient alors de -1,1 à -0,3 °C entre 7,5 et 58 m de profondeur (Brown, 1967 et 1978). Nicholson et Granberg (1973) signalent une épaisseur excédant 100 m à la station expérimentale sur le pergélisol Timmins 4, qui occupe un terrain de roche de fond à environ 20 km au nord-ouest de Schefferville (aussi, Granberg *et al.*, 1983).

Les résultats d'études de la température du sol effectuées par Nicholson et Granberg (1973) à cet endroit indiquent une corrélation positive entre la température du sol et l'épaisseur de la couche de neige. Ceci peut expliquer pourquoi on ne trouve généralement pas de pergélisol dans les terres humides de cette région (Allington, 1961). Celles-ci tendent en effet à accumuler une couverture neigeuse plus épaisse que les hauteurs formées de roche de fond. À la station expérimentale sur le pergélisol Ferriman (à environ 8 km au sud-ouest de Schefferville), on a établi que la température, à la surface du sol, changeait rapidement entre le début de décembre et le début de janvier, et que le froid pénétrait profondément en raison de l'absence d'accumulation de neige (Etkin *et al.*, 1988).

Les espèces animales de la région des terres humides du Boréal atlantique comprennent le caribou et l'orignal (quartiers d'hiver), l'ours noir, le renard roux, le renard arctique, le lièvre d'Amérique, le tétras du Canada et la bernache du Canada (Groupe de travail sur les écorégions, 1989).

3.3.4.2 CARACTÉRISTIQUES DES TERRES HUMIDES

Le tableau 3.3.10 contient des informations sur les types de terres humides, leur répartition, les sols et la superfice occupée par les eaux dans les deux grandes subdivisions du Boréal atlantique. À

TABLEAU 3.3.10

Caractéristiques des terres humides de la région du Boréal atlantique

	BOUCLIER CANADIEN	
	Plateau de l'intérieur (A)	Plateau de l'Est (B)
TYPES DE TERRES HUMIDES	Bog structuré, bog de bassin, bog à palse, fen côtelé de l'Atlantique, fen incliné, fen de bassin, fen horizontal	Bog structuré, bog bombé, fen côtelé de l'Atlantique
RÉPARTITION DES TERRES HUMIDES (%)	de 6 à 25 de 26 à 50 (localement)	de 6 à 25 de 26 à 50 (localement)
MORPHOLOGIE/PENTE	plat, bossué/faiblement incliné à horizontal, confiné	bombé, plat/faiblement incliné à horizontal
ÉPAISSEUR DE TOURBE (cm)	100 (en moyenne dans les fens côtelés)	150 (en moyenne dans les bogs structurés)
DÉCOMPOSITION	fibrique et mésique	fibrique et mésique
SOLS DES TERRES HUMIDES	Fibrisol terrique Mésisol fibrique terrique	Mésisol fibrique terrique
PÉDOCLIMAT (TEMP./HUMIDITÉ)	Cryoboréal froid à Subarctique très froid/perhumide	Cryoboréal froid/Perhumid
TEMPÉRATURE MOYENNE ANNUELLE DU SOL (°C)	de 0,8 (Schefferville) à 0,9	4,6
SUPERFICIE OCCUPÉE PAR LES EAUX (%)	de 15 à 25	de 5 à 15

SOURCES :
Allington, 1961; Clayton *et al.*, 1977; Gerardin *et al.*, 1984; Gerardin et Grondin, 1987; Gilbert *et al.*, 1985; Lopoukhine *et al.*, 1978; Groupe de travail national sur les terres humides, 1986; Wells et Hirvonen, 1988; Young et Judge 1985.

l'intérieur de la zone d'étude, cette région de terres humides est principalement représentée par le Boréal atlantique intérieur (Groupe de travail national sur les terres humides, 1986), qui correspond à la zone des plateaux de l'intérieur (zone A du tableau 3.3.10) et par le Boréal atlantique oriental, appelé plateau de l'est (zone B). Une petite portion du Boréal atlantique septentrional, défini par le Groupe de travail sur les terres humides (1986), borde la frontière entre le Québec et le Labrador.

Dans ces deux secteurs, on trouve des terres humides isolées dans des dépressions lithodépendantes, comme des bassins, et le long de failles. Les terres humides atteignent leur plus grand développement dans les régions de tills compacts, particulièrement les plaines de till à drumlins, où elles peuvent occuper 50 pour 100 du terrain. Du point de vue climatique, le Boréal atlantique est comparable aux altitudes les plus élevées du Bas-subarctique et aux endroits les mieux protégés du Haut-boréal. L'épaisseur moyenne de la tourbe n'est que de 100 à 150 cm, ce qui est du même ordre que dans le Bas-subarctique. Les tourbières boisées, particulièrement les bogs boisés ou les marécages boisés de conifères, ne sont pas aussi fréquentes dans le Boréal atlantique que dans le Subarctique et les autres régions de terres humides boréales.

Hare (1959) a défini, pour la péninsule du Labrador-Ungava, la «série humide» suivante : muskegs (bogs boisés), bogs (bogs structurés), fens (fens horizontaux et côtelés), palses et bosquets d'aulnes et de saules (marécage de bosquet). Il estime qu'environ 10 pour cent de l'ensemble de la péninsule appartient à cette série humide.

Allington (1961) a décrit des bogs et des fens (elle emploie le terme bog dans les deux sens) de la région de Knob Lake, à proximité de Schefferville. Cette région, qui appartient à la division physiographique des collines du Labrador, possède une topographie de vallées et de crêtes. Contrairement à la plus grande partie du centre du Labrador et du Québec, qui consiste en granite et en gneiss granitique (section 2.5.3), la roche de fond de cette région comprend des roches sédimentaires métamorphisées, sources de matériaux riches en bases. Allington (1961) cite Hustich (1949 et 1954), qui présumait que la croissance luxuriante de la végétation dans les vallées de cette région était attribuable aux roches sédimentaires et aux dépôts glaciaires qui leur sont associés (till et argiles glaciolacustres localisées). Hustich (1949 et 1954) a observé que les tourbières à bog boisé sont caractéristiques du terrain granitique, alors qu'elles sont bien moins fréquentes sur le terrain sédimentaire caractérisé par la présence de marécages du type riche en mélèzes laricins.

Allington (1961) classe les bogs et les fens d'après leur apparence, définie selon les principaux types et modèles de végétation. Ses types comprennent le bog structuré et le bog structuré fermé, différenciés par la présence ou l'absence d'eau libre (vraisemblablement une combinaison de bogs structurés et de fens côtelés), la prairie de laîches (vraisemblablement les fens de bassin), la forêt à bog (les bogs boisés, vraisemblablement les bogs de bassin et les bogs de plateau) et la forêt marécageuse de mélèzes laricins (les fens boisés, vraisemblablement les fens horizontaux). Dans le Boréal atlantique, la forêt marécageuse de mélèzes laricins est limitée à la région de Knob Lake. L'épaisseur de la tourbe, dans cette région, est de 2 m en moyenne, et peut atteindre 4 m ou plus dans certains bassins. On n'a pas trouvé de pergélisol dans cette zone, mais Allington (1961) a observé qu'on a signalé des bogs à palse dans le nord-ouest.

Gérardin *et al.* (1984) et Gérardin et Grondin (1987) ont donné une description détaillée de la flore, de l'épaisseur de la tourbe ainsi que de la répartition des bogs et des fens dans la région de la Moyenne-et-basse-Côte-nord, au Québec. La région de terres humides qu'ils appellent le «plateau du Labrador» comprend l'extrémité méridionale de la région des terres humides du Boréal atlantique à l'intérieur de la zone d'étude. Les tourbières s'étendent sur 2 à 20 pour 100 (moyenne globale de 5 pour 100) de la superficie du plateau du Labrador. Les fens sont plus étendus que les bogs, et les fens côtelés (que les auteurs appellent fens «structurés») forment 35 pour 100 de la superficie totale des tourbières, les fens à graminées et les fens horizontaux (fens «uniformes») 25 pour 100, les bogs bombés (bogs «ridés» et «uniformes») environ 35 pour 100, et les bogs structurés moins de 5 pour 100. Plusieurs des bogs et des fens de cette région sont semblables à ceux du Boréal moyen, déjà décrits. L'épaisseur de la tourbe varie de 90 à plus de 100 cm. Les terres humides sont groupées selon les espèces dominantes et le régime trophique («groupe écologique»), pour lesquels on fournit des données précises sur le pH, la proportion carbone/azote, le type géomorphologique, l'infiltration, la physionomie, l'altitude ainsi que la

répartition selon la longitude et la latitude (Gérardin *et al.*, 1984).

3.3.4.3 TYPES DE TERRES HUMIDES

Dans la zone d'étude, les terres humides dominantes de la région du Boréal atlantique sont, sur les basses-terres, les fens côtelés de l'Atlantique et les bogs structurés. Sur les terres surélevées, ce sont les bogs de bassin et les fens inclinés (Wells et Hirvonen, 1988). Les dépôts d'argile et de till carbonatés de la région de Schefferville permettent aussi la formation de fens de bassin et de fens horizontaux (Allington, 1961).

Bogs structurés

Les bogs structurés sont des terres humides ombrotrophes en pente très graduelle, présentant un motif très distinctif de lanières alternant avec des mares de bog linéaires orientées parallèlement à la direction de la pente (Pollet et Wells, 1981). C'est dans le Boréal atlantique du Labrador qu'on trouve les exemples les plus représentatifs de ces terres humides, particulièrment dans la région des plateaux de l'Est (Wells et Hirvonen, 1988). Les bogs structurés sont dénués d'arbres, et la végétation, à leur surface, consiste principalement en sphaignes et en arbustes croissant sur les lanières. La tourbe sous-jacente, meuble et filamenteuse, est surtout composée de débris de sphaignes et de laîches (Pollett et Wells, 1981). La profondeur de la tourbe, dans ces bogs, varie généralement entre 1 et 2 m.

Dans le Labrador, les espèces caractéristiques des communautés de bogs humides comprennent le kalmia à feuilles étroites (*Kalmia angustifolia*), l'airelle des marécages (*Vaccinium uliginosum*), la camarine noire (*Empetrum nigrum*), la ronce petit-mûrier (*Rubus chamaemorus*), la linaigrette dense (*Eriophorum spissum*), *Carex rariflora*, *Ochrolechia frigida*, *Ptilidium ciliare*, *Cornicularia aculeata* et des sphaignes (*Sphagnum compactum*, *S. lindbergii*, *S. rubellum* et *S. angustifolium*) (Wells et Hirvonen, 1988).

Fens côtelés de l'Atlantique

Les fens côtelés de l'Atlantique sont semblables aux bogs structurés par leur morphologie et par la position qu'ils occupent dans le paysage, mais ils reçoivent des apports minérotrophes. Ils sont particulièrement bien développés dans l'ouest du Labrador, mais on les trouve aussi sur le plateau de l'Est et dans la région des terres humides du Subarctique atlantique. Ils se caractérisent par une abondance de mares, et leur surface possède une pente de 5 à 30 pour 100 (Pollett et Wells, 1981). La forme des mares varie de longue et linéaire sur des pentes abruptes, à irrégulière et discontinue sur des pentes moins prononcées. L'épaisseur de la tourbe est en moyenne de 1 à 2 m.

Les espèces caractéristiques croissant sur les lanières sont *Vaccinium uliginosum*, *Carex limosa*, *Cladopodiella fluitans*, *Ptilidium ciliare*, *Sphagnum angustifolium* et *S. compactum*. Les communautés les plus humides comprennent *Vaccinium uliginosum*, *Rubus acaulis*, *Betula glandulosa*, *Cladopodiella fluitans*, *Carex limosa*, *Calliergon stramineum*, *Coptis groenlandica*, *Sphagnum warnstorfii*, *S. pulchrum*, *S. magellanicum* et *S. rubellum* (Wells et Hirvonen, 1988).

Fens inclinés

Dans le Boréal atlantique, les fens inclinés sont cantonnés sur les hauteurs. Ce sont des terres humides minérotrophes semblables aux fens côtelés de l'Atlantique sur les plans physiographique et floristique, mais généralement dépourvues de mares. On peut y en trouver de petites, mais elles forment rarement des motifs (Pollett et Wells, 1981). La surface des fens possède une pente de 5 à 30 pour 100, et elle est souvent bordée, à la base, par un chenal de drainage. Elle peut aussi être coupée elle-même par un tel chenal. La profondeur de la tourbe, dans ces fens, atteint 1 à 2 m (Wells et Hirvonen, 1988).

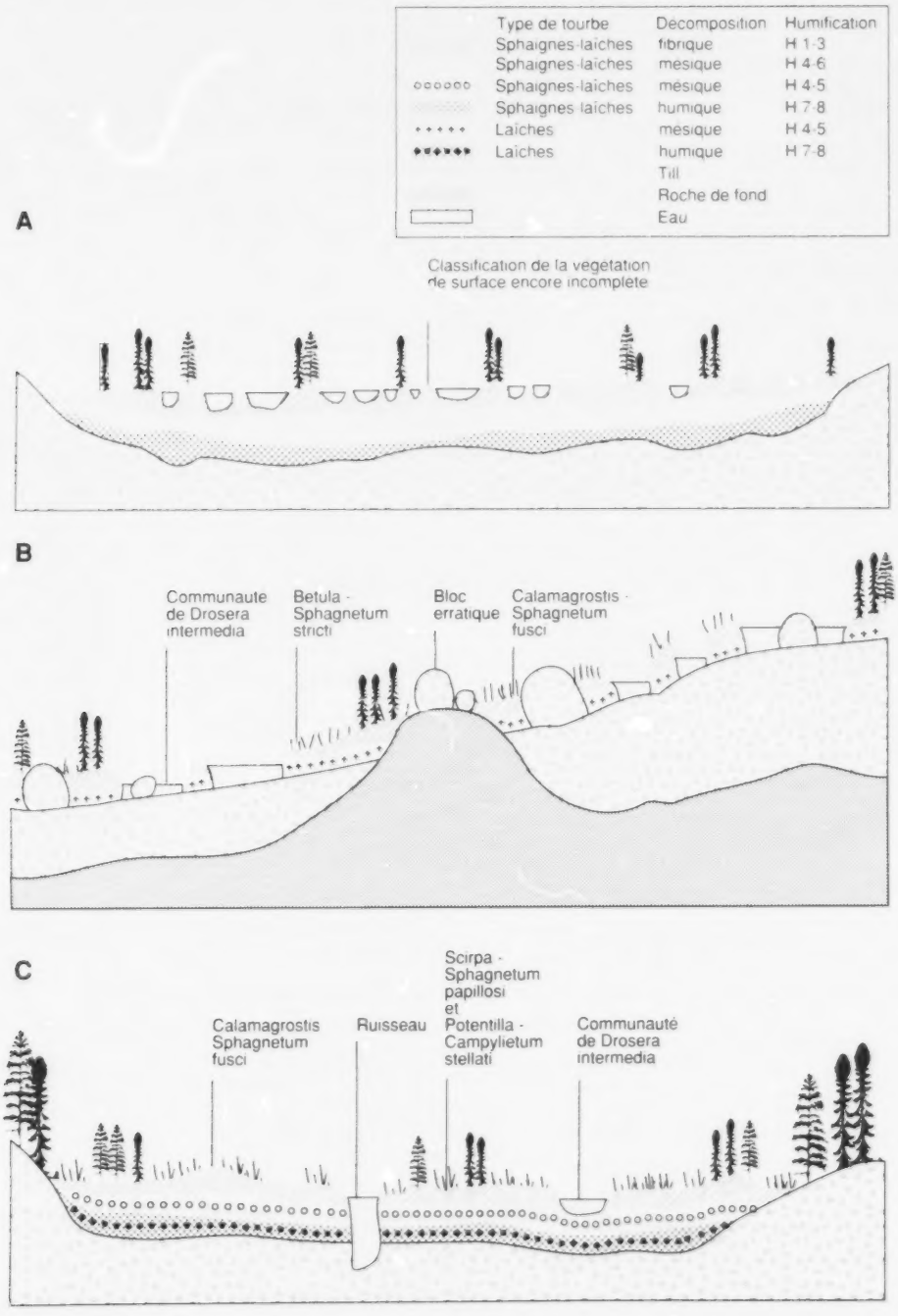
3.3.4.4 TOPOSÉQUENCE DU BORÉAL ATLANTIQUE

La figure 3.3.4 présente des coupes verticales indiquant les rapports entre les sols, les formes de terrain et la végétation dans trois terres humides typiques du Boréal atlantique : les bogs structurés, les fens côtelés de l'Atlantique et les fens inclinés. Ces trois types de tourbière sont d'une étendue localisée. On y trouve rarement des arbres, sinon de façon sporadique.

Les bogs structurés et les fens côtelés de l'Atlantique occupent de grandes surfaces dans l'est

FIGURE 3.3.4

Toposéquence de la région des terres humides de l'Atlantique. Coupe verticale indiquant la morphologie des terres humides et du paysage, le type de tourbe qu'on y trouve et son degré d'humidification ainsi que les principaux types de végétation de surface des bogs structurés (A), des fens côtelés de l'Atlantique (B) et des fens inclinés (C). (Wells et Hirvonen, 1988).



et l'ouest du Labrador. On en trouve sur les pentes au drainage pauvre des terres surélevées formées de moraine ou de roche de fond. Les bogs structurés se trouvent dans les régions au sol faible en bases et isolées des eaux minérotrophes. Les fens côtelés et inclinés se forment en association avec des sols riches en carbonates ou avec un approvisionnement en eau minérotrophe provenant d'endroits situés en amont, ou les deux. Les fens inclinés et les bogs structurés sont généralement continus, alors que les fens côtelés de l'Atlantique peuvent être discontinus, des affleurements de la roche de fond ou des blocs erratiques glaciaires y dépassant à travers la tourbe.

La région des terres humides du Boréal atlantique à proximité de Schefferville, au Québec, apparaît sur l'image 3.3.2. Les terres humides ne sont pas clairement visibles, en raison de leur petite superficie. Elles sont surtout abondantes dans les vallées associées aux structures géologiques orientées du nord-ouest au sud-est, près de Schefferville. Cette image illustre des variations du terrain résultant de différences dans la structure et le type de roche de fond. La roche de fond granitique relativement dure du plateau de la Caniapiscau produit une surface moins érodée, plus lisse (au sud-ouest) que la roche de fond sédimentaire et volcanique métamorphisée des collines du Labrador et des basses-terres de Whale, profondément érodée (cartes 2.5.2 et 2.5.3). La roche de fond volcanique et sédimentaire possède une plus grande proportion de minéraux riches en bases permettant la formation de terres humides minérotrophes.

3.4 BIBLIOGRAPHIE

Allington, K.R. 1961. The bogs of central Labrador-Ungava; an examination of their physical characteristics. *Geografiska annaler*, 43(3-4), p. 401-417.

Bates, D.N. et D. Simkin. 1969. Vegetation patterns of the Hudson Bay Lowland. Ministère des Richesses naturelles de l'Ontario, Research Branch, carte 3269.

Bayley, S.E., R.S. Behr et C.A. Kelly. 1986. Retention and release of sulphur from a freshwater wetland. *Water, Air, Soil Pollution*, 31(1-2), p. 101-114.

Bird, J.B. 1972. *The Natural Landscapes of Canada*. Wiley Publishers of Canada Ltd, Toronto, Ontario, 191 p.

Bostock, H.S. 1970. Subdivisions physiographiques du Canada. Dans *Géologie et ressources économiques du Canada*. R.J.W. (directeur de la publication), Ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, Imprimeur de la Reine, Ottawa : 11-34.

Brown-Beckel, D.K. 1957. Studies on seasonal changes in the temperature gradient of the active layer of soil at Fort Churchill, Manitoba. *Artic* 10(3), p. 151-183.

Brown, R.J.E. 1967. Le pergélisol au Canada. Carte 1246A, Commission géologique du Canada, échelle : 1 po égale 120 mi.

Brown, R.J.E. 1968. Occurrence of permafrost in Canadian peatlands. Actes, 3rd Int. Peat Congress, Québec (Québec), août 1968, p. 174-181

Brown, R.J.E. 1978. Pergélisol. Dans *Atlas hydrologique du Canada*. (texte et carte) Pêches et Environnement Canada, Approvisionnements et Services Canada, Ottawa, Ontario.

Bryson, R.A., W.A. Wendland, J.D. Ives et J.T. Andrews. 1969. Radiocarbon isochrones on the disintegration of the Laurentide Ice Sheet. *Arctic Alpine Res.*, 1, p. 1-14.

Bryson, R.A. et F.K. Hare. 1974. The climates of North America. Dans *Climates of North America, World Survey of Climatology, Volume 11*, R.A. Bryson et F.K. Hare (directeurs de la publication), Elsevier Scientific Publishing Co., N.Y., p. 1-48.

Clarke, K.E., I.P. Martini et W.A. Glooschenko. 1982. Sedimentary characteristics of the coastal environment of North Point, Ontario. *Le Naturaliste can.*, 109, p. 385-397.

Clayton, J.S., W.A. Ehrlich, D.B. Cann, J.H. Day et I.B. Marshall. 1977. Soils of Canada. Direction de la recherche, Ministère de l'Agriculture du Canada, Ottawa (Ontario), 2 volumes avec cartes.

Cowell, D.W. 1982. Earth sciences of the Hudson Bay Lowland literature review and annotated bibliography. Direction générale des terres. Environnement Canada, Ottawa (Ontario), Document de travail n° 18, 309 p.

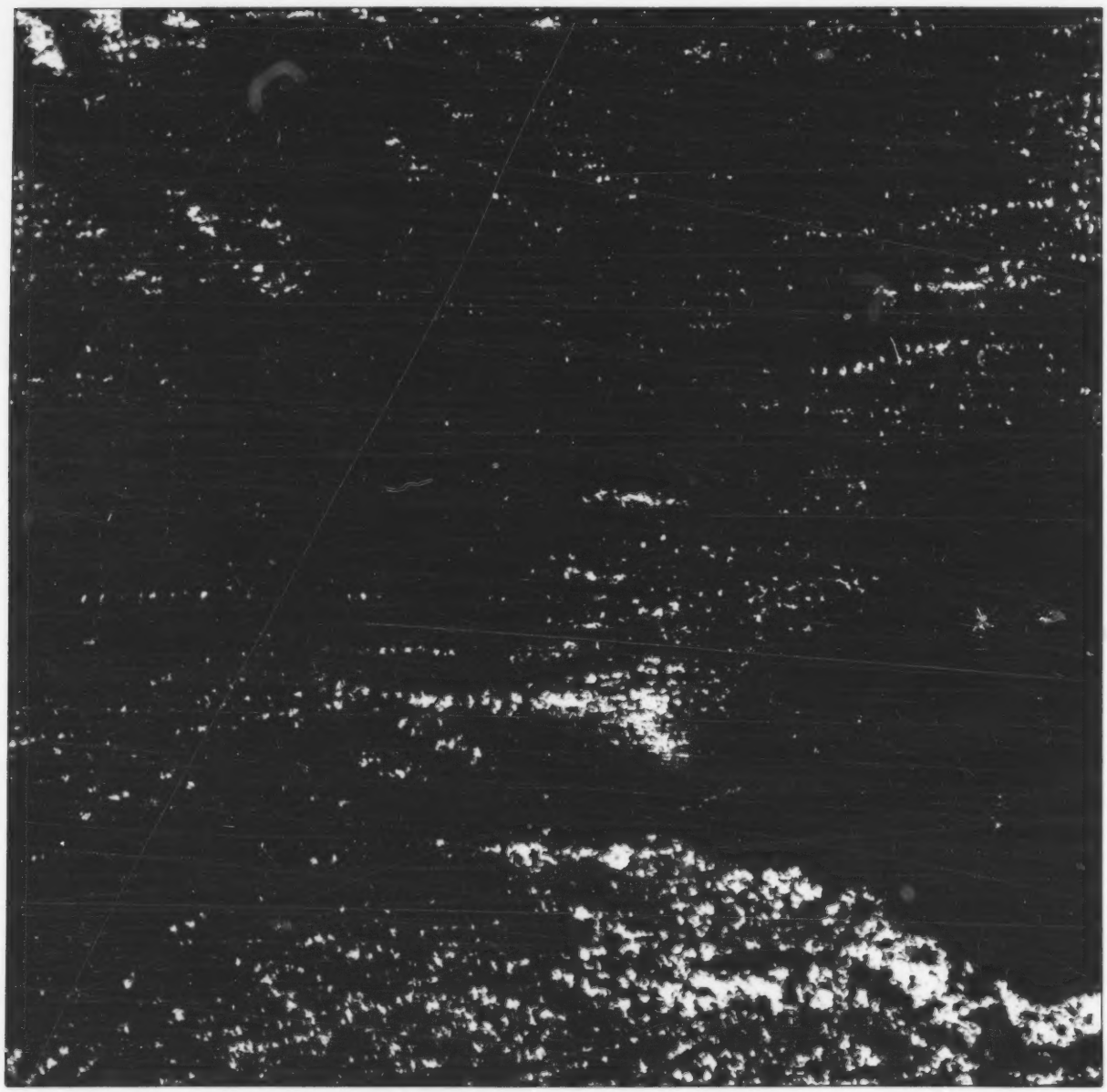
Cowell, D.W., J.K. Jeglum et J.C. Merriman. 1978. Preservation of seasonal frost in peatlands, Kinoje Lakes, southern Hudson Bay Lowland. Actes, 3rd Int. Conf. Permafrost, Edmonton (Alberta), p. 453-459

Cowell, D.W., R.A. Sims et G.M. Wickware. 1982. Frozen beach ridge soils in the Hudson Bay Lowland, Ontario. *R. can. de la science du sol*, 62, p. 421-425.

Cowell, D.W., G.M. Wickware, J.K. Jeglum, R.A. Sims et A.N. Boissonneau. 1983. Hudson Bay

IMAGE 3.3.2

Image multispectrale Landsat (bandes 4, 5 et 7) du Boréal atlantique dans le centre du Labrador et le nord-est du Québec. La ville de Schefferville, au Québec, se trouve dans la partie nord-ouest de l'image, juste à l'ouest du grand complexe de lacs. L'image a été enregistrée le 17 octobre 1980, à l'échelle de 1/1 000 000.



Lowland peatland inventory. Actes, Peatland Inventory Methodology Workshop, Institut de recherches sur les terres, Agriculture Canada et Centre de recherches forestières de Terre-Neuve, Environnement Canada, p. 88-102.

Cox, E.T. 1978. Counts and measurements of Ontario lakes. Ministère des Richesses naturelles de l'Ontario, 114 p.

Dai, T.S., V.F. Haavisto et J.H. Sparling. 1973. Water level fluctuation in a northeastern Ontario peatland. *J. can. de la rech. forestière* 4, p. 76-81.

Dutchak, K., B. Kerr, G.F. Mills, H. Veldhuis, V. Woo et D.B. Forrester. 1978. Biophysical land classification: Berens River-Deer Lake, 63A-53D, Manitoba. Canada-Manitoba Soil Survey, Manitoba Dept Renewable Resources and Transportation Services, guide et carte au 1/125 000.

Etkin, D.A., A. Headley et K.J.L. Stoker. 1988. A long term permafrost and climate monitoring program in northern Canada. Service de l'environnement atmosphérique, Environnement Canada, Downsview (Ontario).

Gérardin, V., P. Grondin et M. Lebel. 1984. Distribution et description des tourbières de la Moyenne-et-Basse-Côte-Nord. Série de l'inventaire du capital-nature, n° 4, Environnement Québec - Environnement Canada - Hydro-Québec, Québec (Québec), 156 p.

Gérardin, V. et P. Grondin. 1987. Description and régionalization of peatland forms of Moyenne-et-Basse-Côte-Nord, Québec. Actes, Symp. '87, Edmonton (Alberta), ISBN 0-9692186-2-1, Ottawa, Ontario, p. 393-402.

Gilbert, G., R.G. Hélie et J.M. Mondoux. 1985. Sensibilité de l'écosystème aux précipitations acides au Québec. Partie A : Écorégions et écodistricts du Québec. Série de la classification écologique du territoire, n° 20, Direction générale des terres, Environnement Canada, Ottawa, Ontario : 96 p., avec cartes au 1/2 500 000.

Glooschenko, W.A., I.P. Martini et K. Clarke-Whistler. 1988. Marais salés du Canada. Chapitre 9 de *Terres humides du Canada*. Série de la classification écologique du territoire, n° 24. Direction du développement durable, Environnement Canada, Ottawa (Ontario) et Polyscience Publications inc, Montréal, (Québec), p. 347-377.

Gore, A.J.P. 1983. Introduction. Dans *Ecosystems of the world. Volume 4A. Mires: swamp, bog, fen et moor*. A.J.P. Gore (directeur de la publication). Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam, Pays-Bas, p. 1-34.

Graham, R.B. 1979. Some peat moss and peat deposits in selected areas; Districts of Nipissing, Sudbury, Algoma, Thunder Bay and Kenora, Ontario. Commission géologique de l'Ontario, MDC No.19, 132 p.

Graham, R.B. et T.E. Tibbets. 1965. Evaluation of peat moss in some bogs of the Rainy River District, Ontario. Division des mines, Mines et relevés techniques, bulletin technique TB 65, Ottawa (Ontario), 88 p.

Granberg, H.B., J.B. Lewis, T.R. Moore, P. Steer et R.K. Wright. 1983. Schefferville permafrost research; Vol. 1. Summary, review and recommendations, and catalogue of available materials. Dept geog., Université McGill, 88 p.

Groupe de travail sur les écorégions. 1989. Régions écoclimatiques du Canada : première approximation. Série de la classification écologique du territoire, n° 23, Comité canadien de la classification écologique du territoire, Direction du développement durable, Service canadien de la faune, Environnement Canada, Ottawa (Ontario), texte et carte au 1/7 500 000.

Groupe de travail national sur les terres humides. 1986. Canada : les terres humides du Canada : cartes des régions de terres humides et de leur distribution. Comité canadien de la classification écologique du territoire, Direction générale des terres, Environnement Canada, Ottawa (Ontario), 2 cartes au 1/7 500 000 et fiche d'information.

Groupe de travail national sur les terres humides. 1988. *Terres humides du Canada*. Série de la classification écologique du territoire, n° 24. Direction du développement durable, Environnement Canada, Ottawa (Ontario) et Polyscience Publications inc, Montréal (Québec), 452 p.

Hare, F.K. 1959. A photo-reconnaissance survey of Labrador-Ungava. Direction de la géographie, Mines et relevés techniques, Mém. 6, Ottawa (Ontario), 83 p.

Hare, F.K. et J.C. Ritchie. 1972. The boreal bioclimates. *The Geographical Review*, 62(3), 333-365.

Hustich, I. 1949. Phytogeographic regions of Labrador. *Arctic 2*, p. 36-42.

Hustich, I. 1954. On the forest and tree growth in the Knob Lake area, Québec-Labrador Peninsula. *Acta Geogr.*, 13(1), p. 1-60.

Jeglum, J.K., A.N. Boissonneau et V.F. Haavisto. 1974. Toward a wetland classification for Ontario. Service canadien des forêts, Information

Report O-X-215, Sault Sainte-Marie, Ontario, 54 p.

Jeglum, J.K. et D.W. Cowell. 1982. Wetland ecosystems near Kinoje Lakes, southern interior Hudson Bay Lowland. *Le Naturaliste can.*, 109, p. 621-635.

Jeglum, J.K., V.F. Haavisto et A. Groot. 1982. Peatland and forestry in Ontario: An overview. Dans *Peat Symposium '82*, septembre, gouvernements du Canada et du Nouveau-Brunswick, et Comité national canadien de la Société internationale de la tourbe, 25 p. et appendices.

Jones, R.K., G. Pierpoint, G.M. Wickware, J.K. Jeglum, R.W. Arnup et J.M. Bowles. 1983. Field guide to forest ecosystem classification for the clay belt, Site Region 3e. Agriculture Canada, Environnement Canada et ministère des Richesses naturelles de l'Ontario, Imprimeur de la Reine pour l'Ontario, Maple, Ontario, 123 p.

Kalela, A. 1962. Notes on the forest and peatland vegetation in the Canadian Clay Belt Region and adjacent areas. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 55.33, Helsinki, Finlande, 19 p.

Lafleur, P.M. et W.R. Rouse. 1988. The influence of surface cover and climate on energy partitioning and evaporation in a Sub-arctic wetland. *Boundary-Layer Meteorology*, 44, p. 327-347.

Lopoukhine, N., N.A. Prout et H.E. Hirvonen. 1978. The ecological land classification of Labrador: A reconnaissance. Série de la classification écologique du territoire, n° 4, Direction générale des terres, Environnement Canada, Ottawa (Ontario), 85 p. avec carte au 1/1 000 000.

Manitoba-Canada Soil Survey. 1986. Soil landscapes of Canada : Manitoba. Institut de recherches sur les terres, Agriculture Canada : feuille de carte au 1/1 000 000.

Martini, I.P. 1981. Morphology and sediments of the emergent Ontario coast of James Bay, Canada. *Geog. Annaler*, 63A, 81-94.

Martini, I.P. et R. Protz. 1978. Coastal geomorphology, sedimentology and pedology of southern James Bay, Ontario, Canada. Department of Land Resource Sciences, Université de Guelph, Guelph (Ontario) : 118 p.

Martini, I.P., R. Protz, D. Grinham, W.A. King et K. Clarke. 1979. Studies of coastal sediments , soils and biota, James Bay, Ontario, Canada. Technical Memo. 79-1, Department of Land Resource Sciences, Université de Guelph, Guelph, Ontario : 290 p.

Martini, I.P., R.I.G. Morrison, W.A. Glooschenko et R. Protz. 1980. Coastal studies in James Bay, Ontario. *Geos. Can*, (1), p. 11-21.

Mills, G.F., H. Veldhuis, D.B. Forrester et R. Schmidt. 1976a. Biophysical land classification: Hayes River 54C, Manitoba. Canada-Manitoba Soil Survey, Manitoba Dept Renewable Resources and Transportation Services, guide et carte au 1/125 000.

Mills, G.F., H. Veldhuis et D.B. Forrester. 1976b. Biophysical land classification: Kettle Rapids 54D, Manitoba. Canada-Manitoba Soil Survey, Manitoba Dept Renewable Resources and Transportation Services, guide et carte au 1/125 000.

Mills, G.F., D.B. Forrester et H. Veldhuis. 1978a. Manitoba. Canada-Manitoba Soil Survey, Manitoba Dept Renewable Resources and Transportation Services, guide et carte au 1/125 000.

Mills, G.F., D.B. Forrester et H. Veldhuis. 1978a. Biophysical land classification: Oxford House 53L, Manitoba. Canada-Manitoba Soil Survey, Manitoba Dept Renewable Resources and Transportation Services, guide et carte au 1/125 000.

Moore, P.D. et D.J. Bellamy. 1974. *Peatlands*. Springer-Verlag Inc. New York, N.Y., 221 p.

Nicholson, F.H. et H.B. Granberg. 1973. Permafrost and snowcover relationships near Schefferville. Actes, 2nd Int. Conf. Permafrost, p.151-158.

Pala, S. et W. Weischet. 1982. Toward a physiographic analysis of the Hudson Bay-James Bay Lowland. *Le naturaliste can.*, 109, p. 637-651.

Pollett, F.C. et E.D. Wells. 1981. Peatlands of Newfoundland - an overview. Dans *The diversity of Peat*. F.C. Pollet, A.F. Rayment et A. Robertson (directeurs de la publication), Newfoundland and Labrador Peat Assoc., St.Johns, Terre-Neuve, 130 p.

Protz, R. 1982a. Development of gleysolic soils in the Hudson and James Bay Coastal Zone, Ontario. *Le Naturaliste can.*, 109, p. 491-500.

Protz, R. 1982b. Development of podzolic soils in the Hudson and James Bay Lowlands, Ontario. *Le Naturaliste can.*, 109, p. 501-510.

Protz, R., G.J. Ross, I.P. Martini et J. Terasmae. 1984. Rate of podzolic soil formation near Hudson Bay, Ontario. *R. can. de la science du sol*, 64, p. 31-49.

Protz, R., G.J. Ross, M.J. Shipitalo et J. Terasmae. 1988. Podzolic soil development in the southern

James Bay Lowlands, Ontario. *R. can. de la science du sol*, 68, p. 287-305.

Railton, J.B. et J.H. Sparling. 1973. Preliminary studies on the ecology of palsa mounds in northern Ontario. *J. can. de botanique*, 51, p. 1037-1044.

Raveling, D.G. et H.G. Lumsden. 1977. Nesting Ecology of Canada geese in the Hudson Bay Lowlands of Ontario: evolution and population regulation. Fish and Wildlife Branch, ministère des Richesses naturelles de l'Ontario, Research Report No. 98, 77 p.

Riley, J.L. 1982. Hudson Bay Lowland floristic inventory, wetlands catalogue and conservation strategy. *Le naturaliste can.*, 109, p. 543-555.

Riley, J.L. 1988. Southern Ontario bogs and fens off the Canadian Shield. Proc. Wetlands : Inertia or Momentum Conf., M.J. Bardecki et N. Patterson (directeurs de la publication), Fédération des naturalistes de l'Ontario, Toronto (Ontario), p. 355-367.

Ritchie, J.C. 1959. The vegetation of northern Manitoba : III. studies in the Sub-arctic. L'Institut arctique de l'Amérique du Nord, Technical Paper 3 : 56 p.

Ritchie, J.C. 1960. The vegetation of northern Manitoba : VI. the lower Hayes River Region. *J. can de botanique*, 38, p. 769-788.

Rouse, W.R. et R.L. Bello. 1985. Impact of Hudson Bay Lowlands and the potential for climatic modification. *Atmosphere-Ocean*, 23(4), p. 375-392.

Rowe, J.S. 1972. Les régions forestières du Canada. Forêts Canada, publ. n° 1300, 172 p.

Rubec. C.D. 1976. Draft report on soils investigations during a biophysical survey of the Experimental Lakes Area, 1976. Manuscrit préliminaire inédit, Direction générale des terres, Environnement Canada, Burlington (Ontario), 81 p.

Sims, R.A. et J.M. Stewart. 1981. Aerial biomass distribution in an undisturbed and disturbed Sub-arctic bog. *J. can. de botanique*, 59(5), p. 782-786.

Sims, R.A., D.W. Cowell et G.M. Wickware. 1982a. Use of vegetational physiognomy in classifying treed peatlands near southern James Bay, Ontario. *Le naturaliste can.*, 109, p. 611-619.

Sims, R.A., D.W. Cowell et G.M. Wickware. 1982b. Classification of fens near southern James Bay, Ontario using vegetational physiognomy. *J. can. de botanique*, 60(12), p. 2608-2623.

Sims, R.A., G.M. Wickware et D.W. Cowell. 1987. Wetlands of the southern Hudson Bay coast in Ontario. Actes, Symposium '87 Wetlands/Peatlands, ISBN 0-9692186-2-1, Ottawa, Ontario, p. 435-442.

Sjörs, H. 1959. Bogs and fens in the Hudson Bay Lowland. *Arctic*, 12(1), p. 2-19.

Sjörs, H. 1961. Surface patterns in boreal peatland. *Endeavour*, 20, p. 217-224.

Sjörs, H. 1963. Bogs and fens on Attawapiskat River, northern Ontario. Contributions to Botany 1960-61, bull. n° 186, p. 45-133.

Stanek, W. 1973. Classification of Muskeg. Chapitre 2 de *Muskeg and the Northern Environment in Canada*. N.W. Radforth et C.O. Brawner (directeurs de la publication), University of Toronto Press, Toronto : 31-62.

Stanek, W. 1977. Ontario clay belt peatlands - are they suitable for forest drainage? *J. can. de la recherche forestière*, 7, p. 656-665.

Tarnocai, C. 1972. Some characteristics of cryic organic soils in northern Manitoba. *R. can. de la science du sol*, 52 , p. 485-496.

Tarnocai, C. 1980. Canadian wetland registry. Compte-rendu d'un atelier sur les terres humides. C.D.A. Rubec et F.C. Pollett (directeurs de la publication). Série de la classification écologique du territoire, n° 12, p. 9-38

Tarnocai, C. 1982. Soil and terrain development on the York Factory peninsula, Hudson Bay Lowland. *Le naturaliste can.*, 109, p. 511-522.

Tarnocai, C. 1984. Peat Resources of Canada. Conseil national de recherches Canada n° 24140, 17 p.

Tarnocai, C. 1988. Wetlands in Canada: distribution and characteristics. Résumé dans *Workshop Report, Global Change: Canadian Wetlands Study*, Institut canadien de recherche en chimie atmosphérique, 82 p.

Terasmae, J. 1970. Postglacial muskeg development in northern Ontario. Actes, 13th Muskeg Res. Conf., Comité associé de recherches géotechniques du Conseil national de recherches, mémoire technique 99, p. 73-90.

Thie, J. 1974. Distribution and thawing of permafrost in the southern part of the discontinuous permafrost zone in Manitoba. *Arctic*, 27, p. 189-200.

Veldhuis, H., G.F. Mills et D.B. Forrester. 1979. Biophysical land classification: Slipiwesk 63P ans S.E. 1/4 of Split Lake 64A, Manitoba. Canada-Manitoba Soil Survey, Manitoba Dept Renewable Resources and Transportation Services, guide et carte au 1/125 000.

Wells, E.D. et H.E. Hirvonen. 1988. Terres humides atlantiques du Canada. Chapitre 7 de *Terres humides du Canada*. Série de la classification écologique du territoire, n° 24. Direction du développement durable, Service canadien de la faune, Environnement Canada, Ottawa (Ontario) et Polyscience Publications inc, Montréal (Québec), p. 249-303.

Wickware, G.M. 1977. Dominant vegetation, water chemistry and peat depth representing 27 wetland sites in the Experimental Lakes Area, Kenora (Ontario). Open File Report #77-1, Geomatics International, Burlington (Ontario).

Wickware and Associates Inc. 1990. Organic and mineral soils of the southern James Bay coastal zone in relation to landform and vegetation physiognomy. Manuscrit rédigé pour R.A. Sims, Centre de recherches forestières des Grands Lacs, Forêts Canada, Sault Sainte-Marie, Ontario.

Wickware, G.M. et C.D. Rubec. 1988. Terrestrial ecoregions and ecodistricts of Ontario. Série de la classification écologique du territoire, n°26, Direction du Développement durable, Environnement Canada, Ottawa (Ontario), 32 p. (manuscrit inédit).

Wickware, G.M., D.W. Cowell et R.A. Sims. 1980. Peat resources of the Hudson Bay Lowland coastal zone. Actes. 6th Int. Peat Congress, Duluth MN, p. 138-143.

Woo, V., G.F. Mills, H. Veldhuis et D.B. Forrester. 1977. Biophysical land classification: Hecla-Carroll Lake, 62P-52M, Manitoba. Canada-Manitoba Soil Survey, Manitoba Dept Renewable Resources and Transportation Services, guide et carte au 1/125 000.

Young, S. et A. Judge. 1985. A ground temperature data collection for northern Canada. Actes, McGill Workshop on Climate and Thermal Regimes in Northern Canada, 8 novembre, 1985.

Zarnovican, R. et J.-L. Bélair. 1979. Les tourbières de la baie James : la végétation et les sols. Série de la classification écologique du territoire, n° 9, Direction générale des terres, Environnement Canada, Ottawa (Ontario), 37 p.

Zoltai, S.C. 1988. Milieux et classification des terres humides. Chapitre 1 de *Terres humides du Canada*. Série de la classification écologique du territoire, n° 24. Direction du développement durable, Service canadien de la faune, Environnement Canada, Ottawa, Ontario et Polyscience Publications inc, Montréal (Québec), p. 1-26.

Zoltai, S.C. et C. Tarnocai. 1969. Permafrost in peat landforms in northern Manitoba. Actes, 13th Annual Manitoba Soil Sci. Meeting, p. 16.

Zoltai, S.C. et C. Tarnocai. 1971. Properties of a wooded palsa in northern Manitoba. *Arctic and Alpine research*, 3(2), p. 115-129.

Zoltai, S.C. et C. Tarnocai. 1975. Perennially frozen peatlands in the western Arctic and Subarctic of Canada. *J. can. des sciences de la terre*, 12, p. 28-43.

Zoltai, S.C., C. Tarnocai, G.F. Mills et H. Veldhuis. 1988a. Terres humides subarctiques du Canada. Chapitre 3 de *Terres humides du Canada*. Série de la classification écologique du territoire, n° 24. Direction du développement durable, Service canadien de la faune, Environnement Canada, Ottawa (Ontario) et Polyscience Publications inc, Montréal (Québec), p. 55-96.

Zoltai, S.C. S. Taylor, J.K. Jeglum, G.F. Mills et J.D. Johnson. 1988b. Terres humides boréales du Canada. Chapitre 4 de *Terres humides du Canada*. Série de la classification écologique du territoire, n° 24. Direction du développement durable, Service canadien de la faune, Environnement Canada, Ottawa (Ontario) et Polyscience Publications inc, Montréal (Québec), p. 97-154.

GLOSSAIRE

Alluvial
Relatif aux alluvions, c'est-à-dire à toute matière déposée par les rivières modernes, y compris les sédiments déposés dans le lit des rivières, les lits d'inondation et les estuaires.

Buttes
On pense (Gore, 1983) que la formation des buttes de *Sphagnum* dans les dépressions est attribuable à des espèces semi-aquatiques de *Sphagnum* à croissance plus rapide, et que l'inondation, sur les buttes, de la végétation déjà existante et plus lente à croître (y compris les lichens et les arbustes nains) crée de nouvelles dépressions.

Bog
Les bogs sont des terres humides recouvertes ou remplies de tourbe, où la nappe phréatique est généralement élevée. La surface du bog est souvent exhaussée, ou au même niveau que les terres humides environnantes, et les eaux souterraines, riches en éléments nutritifs, des sols minéraux environnants sont virtuellement sans effet sur elle (Tarnocai, 1980).

Comblement
Processus de colmatage d'un lac ou d'un étang par des matières organiques, qui a pour résultat le remplacement de plans d'eau libre par des surfaces pouvant servir de milieu de croissance à des plantes. Le comblement se produit soit directement, par le dépôt de matière depuis le bassin-versant environnant, soit par l'expansion, dans le lac ou l'étang d'eau libre, de tapis flottants de végétation provenant de la rive, ou des deux manières.

Décomposition
Altération de matières végétales par des microorganismes aérobies ou anaérobies, qui entraîne une réduction de la masse, de la porosité, du rapport C/N et de la conductivité hydraulique, ainsi qu'une augmentation de la masse volumique en vrac, de la teneur en eau et de la proportion de cendres (constituants minéraux).

Déflation
Enlèvement, par le vent, de particules solides, comme des grains de sable (érosion éolienne).

Dépôts glaciaires
Toutes les matièrs déposées par l'action des glaciers et des eaux de fonte de ceux-ci.

Drumlin
Colline allongée résultant de l'ammoncellement de till de fond par les glaciers continentaux. Les drumlins se forment fréquemment par groupes nombreux (champs de drumlins) et se caractérisent par une face amont haute et abrupte (escarpement) et un versant aval long et graduel (revers) qui pointe dans la direction de l'écoulement de la glace.

Épandage
Dépôt de matériaux grossiers (généralement du sable ou du gravier) par de l'eau courante (eau de fonte) devant des glaciers. Il comprend des formations comme les plaines d'épandage, les sandres, les deltas de kame, etc.

Fen
Tarnocai (1980) définit ainsi un fen : une terre humide couverte ou remplie de tourbe, où la nappe phréatique élevée se trouve généralement au niveau de la surface ou à un niveau supérieur. Les eaux, provenant surtout de sols minéraux, sont minérotrophes, donc riches en éléments nutritifs.

Fibrique
Matière organique dont la décomposition varie de nulle à faible, représentée par une valeur de 1, 2 ou 3 (parfois même 4) sur l'échelle von Post. La matière fibrique la plus fréquente dans les tourbières canadiennes consiste en débris de sphaignes, caractéristiques des fens pauvres et des bogs. Les sols organiques formés en grande partie de matière végétale non décomposée sont classés parmi les fibrisols.

Flark
Zone de tourbe exposée recouverte d'un film d'algues, parfois d'un tapis clairsemé de laîches. De telles zones sont souvent abondantes dans un endroit donné. Bien qu'elles soient généralement plutôt petites, certaines peuvent atteindre une longueur de 1 km (Gore, 1983).

Fluvioglaciaire
Processus, formations et dépôts relatifs aux cours d'eau alimentés par l'eau de fonte des glaciers, qu'on observe sur ou dans la glace, ou immédiatement devant celle-ci. Les dépôts comprennent les kames et les eskers; ils se caractérisent par le tri interne et une bonne stratification.

Glaciolacustre
Processus, formations et dépôts relatifs aux lacs qui se sont formés sur le front des glaciers en retrait. Deux lacs glaciaires importants ayant eu une influence sur la zone d'étude des terres humides du Nord sont le lac Agassiz, qui occupait la plus grande partie du Manitoba et du nord-ouest de l'Ontario, ainsi que le lac Barlow-Ojibway, qui occupait une grande partie du nord-est de l'Ontario et de l'ouest du Québec. Les lacs glaciaires se caractérisent par des niveaux d'eau et une étendue qui fluctuent rapidement. Les sédiments de ces lacs consistent en limons et en argiles.

Glaciomarin
Processus, formations et dépôts relatifs aux incursions marines pendant les périodes tardiglaciaires et interglaciaires. Dans la zone d'étude, des dépôts glaciomarins formés d'argiles, qui peuvent être limoneuses, recouvrent presque toute la division physiographique des basses-terres de la baie d'Hudson ainsi que certaines parties de la région de terres humides du Subarctique atlantique, dans le sud du Labrador. La mer qui occupait les basses-terres de la baie d'Hudson est connue sous le nom de mer de Tyrrel. Elle est apparue au cours des derniers stades de la récession glaciaire à travers le détroit d'Hudson, 7 000 ou 8 000 ans B.P.

Gyttja
Sédiments colloïdaux provenant de débris végétaux et animaux dont la structure originale n'est plus reconnaissable. S'emploie couramment en relation avec le comblement (v. ce mot) des lacs depuis le Pléistocène.

Humique
Stade de la décomposition des matières organiques représentant les tourbes les plus fortement décomposées. Il correspond à une valeur de 7 ou plus sur l'échelle von Post. La structure originale des plantes est alors à peine reconnaissable, ou ne l'est pas du tout. Les sols organiques formés essentiellement de matières bien décomposées sont classés parmi les humisols.

Isostasie
Point auquel de grandes portions de l'écorce terrestre atteignent un équilibre avec le manteau sous-jacent plus dense sur lequel repose celle-ci. Le relèvement isostatique glaciaire désigne la restauration de l'équilibre par un soulèvement de l'écorce à la suite d'une période prolongée d'affaissement due au poids des glaciers continentaux.

Levées alluviales
Bourrelets linéaires immédiatement voisins du chenal d'un cours d'eau, formés d'alluvions déposées lors des crues.

Loam
Sol qui contient un mélange de grains de différentes grosseurs comprenant de l'argile, du limon et du sable. On se sert aussi de ce terme pour préciser les classes de texture, comme sables loameux, loameux grossiers, etc.

Marais
Tarnocai (1980) définit ainsi un marais : une terre humide minérale ou remplie de tourbe qui est périodiquement inondée par des eaux dormantes ou au mouvement lent. Le niveau de l'eau de surface peut fluctuer selon la saison.

Marais salé
Gloschenko *et al.* (1988) définissent ainsi les marais salés : des marais qui sont inondés par des eaux salines ou saumâtres apportées par la marée.

Marécage
Tarnocai (1980) définit ainsi les marécages : des endroits remplis de tourbe ou des terres humides minérales où les eaux stagnent ou coulent doucement dans des mares ou des chenaux. La nappe phréatique se trouve généralement au niveau de la surface ou à un niveau supérieur.

Mésique
Matière organique modérément décomposée, intermédiaire entre la matière fibrique (dont la décomposition varie de nulle à faible) et humique (fortement décomposée). Elle correspond à une valeur de 4, 5 ou 6 sur l'échelle von Post. La prépondérance des débris de laîches et de graminées est caractéristique des tourbes mésiques. Les sols organiques formés surtout de matière végétale modérément décomposée sont classés parmi les mésisols.

Minérotrophe
Approvisionnement de la végétation en eau dérivée, à l'origine, de sols minéraux ou de roches, mais s'effectuant parfois par l'intermédiaire de lacs ou de rivières. Elle peut être eutrophe, mésotrophe ou oligotrophe (Gore, 1983).

Ombrotrophe
Apport en éléments nutritifs provenant exclusivement de l'eau de pluie (y compris la neige et les retombées atmosphériques), qui rend la nutrition extrêmement oligotrophe, souvent d'une manière déséquilibrée (Gore, 1983).

Paludification
Empiètement progressif de terrain organique sur des terres minérales généralement plus élevées, suite à l'expansion de dépôts de tourbe des basses-terres. La paludification du terrain minéral environnant peut résulter du dépôt constant de matière organique ou se produire sporadiquement en raison de modifications des conditions climatiques, plus favorables à la croissance et à l'accumulation de matière organique.

Physionomie
La physionomie végétale décrit la structure des plantes au moyen de strates ayant un aspect et une fonction déterminés selon les différents types écologiques. Les strates végétales comprennent les arbres, les arbustes, les herbes ou les laîches et les mousses ou les lichens. Par conséquent, les types physionomiques de terres humides comprennent des bogs boisés, des fens à graminées, des fens arbustifs inférieurs, etc.

Rabougrissement
Petite taille et déformation des arbres (généralement des épinettes) attribuables aux rigueur du climat ou du sol.

Terrique
Appliqué comme modificateur à des sols organiques définis dans le système canadien de classification des sols, correspond à la présence d'un substrat minéral d'au moins 30 cm d'épaisseur entre 40 et 160 cm de la surface de la tourbe.

Thermokarst
Topographie karstique fréquente dans les régions pergélisolées. Elle se caractérise par des puits, des cavités, des monticules et des dépressions fermées créés par la fonte localisée de la glace de sol.

Till
Substance glaciaire déposée sous les glaciers (moraine de fond) ou devant ceux-ci (moraine de retrait et moraine terminale), ou encore déposé par la fonte des glaciers qui se retirent (till d'ablation). Les tills se caractérisent par une absence de stratification interne et un vaste mélange de grosseurs de grains (c.-à-d. mal triés).

Typique
Appliqué comme modificateur à des sols organiques définis dans le système canadien de classification des sols, correspond à l'absence de matière minérale d'une épaisseur de 30 cm ou plus à 160 cm ou moins de la surface du dépôt.